

ALBERT EINSTEIN
ÖZEL VE GENEL
GÖRELİLİK KURAMI ÜZERİNE

Albeirt Einstein
Özel ve Genel Görelilik Kuramı
Üzerine

Görelilik Kuramı: Felsefesiz 'Bilim'
üzerine bir Önsöz ile çeviren
Aziz Yardımlı

İdea Yayınevi, Şarap İskelesi Sk. 4/101 Karaköy — İstanbul
Bu çeviri için © Aziz Yardımlı 2009
Görelilik Kuramı: Felsefesiz 'Bilim' © Aziz Yardımlı 2009
Albert Einstein
Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (1917)
Özel ve Genel Görelilik Kuramı
Birinci Baskı 1997; İkinci Baskı 2009
Tüm hakları saklıdır
Bu kitabın hiçbir bölümü yayınevinin
izni olmadan herhangi bir biçimde yeniden üretilemez
Baskı: Bayrak Matbaası
Davutpaşa Cad. No 14, Kat 2 MB İş Merkezi
Topkapı — İstanbul
Printed in Türkiye
ISBN 978 975 397 025 0

İçindekiler

Önsöz: Görelilik Kuramı: Felsefesiz ‘Bilim.’ AZİZ YARDIMLI 7

Özel ve Genel Görelilik Kuramları

Önsöz 57

On Beşinci Yayına Not 58

Birinci Bölüm

Özel Görelilik Kuramı Üzerine

§1 Geometrik Önermenin Fiziksel İçeriği 59

§2 Koordinatlar Dizgesi 60

§3 Klasik Mekanikte Uzay ve Zaman 62

§4 GALİLEO Koordinatlar Dizgesi 63

§5 Görelilik İlkesi (Dar Anlamda) 63

§6 Klasik Mekanığe Göre Hızların Toplamı Teoremi 65

§7 Işığın Yayılım Yasasının Görelilik İlkesi İle Görünürdeki

Bağdaşmazlığı 66

§8 Fizikte Zaman Kavramı Üzerine 67

§9 Eşzamanlılığın Göreliliği 69

§10 Uzaysal Uzaklık Kavramının Göreliliği Üzerine 70

§11 LORENTZ Dönüşümü 71

§12 Devinen Çubukların ve Saatlerin Davranışı 74

§13 Hızların Toplamı Teoremi—FIZEAU’nun Denemesi 75

§14 Görelilik Kuramının Bulgulatici Değeri 77

§15 Kuramın Genel Sonuçları 78

§16 Özel Görelilik Kuramı ve Deneyim 81

§17 MINKOWSKI’nin Dört Boyutlu Uzayı 83

İkinci Bölüm

Genel Görelilik Kuramı Üzerine

- § 18 Özel ve Genel Görelilik İlkesi 86
§ 19 Yerçekimi Alanı 88
§ 20 Genel Görelilik Konutlaması İçin Kanıt Olarak Süredurumlu ve Ağır
Kütlenin Eşitliği 89
§ 21 Klasik Mekanikğin ve Özel Görelilik Kuramının Temelleri Ne Ölçüde
Elverişsizdir? 91
§ 22 Genel Görelilik İlkesinden Birkaç Çıkarıma 92
§ 23 Çevrinen Bir Gönderme Cismi Üzerinde Saatlerin ve Cetvellerin
Davranışı 95
§ 24 ÖKLİDES Sürekli ve ÖKLİDES-dışı Sürekli 97
§ 25 GAUSS Koordinatları 98
§ 26 Özel Görelilik Kuramının ÖKLİDES Sürekli Olarak Görülen
Uzaysal-Zamansal Sürekli 101
§ 27 Genel Görelilik Kuramının Uzay-Zaman Sürekli Bir ÖKLİDES
Sürekli Değildir 102
§ 28 Genel Görelilik İlkesinin Sağın Formülasyonu 103
§ 29 Yerçekimi Sorununun Genel Görelilik İlkesi Temelinde Çözümü 105

Bütün Olarak Evren Üzerine İrdelemeler

- § 30 NEWTON Kuramının Kozmolojik Güçlükleri 107
§ 31 Sonlu ve Gene de Sınırsız Bir Evrenin Olanığı 108
§ 32 Genel Görelilik Kuramına Göre Uzayın Yapısı 111

Ekler

- 1 LORENTZ-Dönüşümlerinin Yalın Türetilişi (§ 11'e Ek) 112
2 MINKOWSKI'nin Dört-Boyutlu Evreni (§ 17'ye Ek) 115
3 Genel Görelilik Kuramının Deneyim Yoluyla Doğrulanması Üzerine 116
4 Genel Görelilik Kuramı İle Bağını İçinde Uzayın Yapısı (§ 23'e Ek) 122
5 Görelilik ve Uzay Sorunu 123

Çözümlemeler (AZİZ YARDIMLI) 137

Sözlük 150

Dizin 151

Görelilik Kuramı: Felsefesiz ‘Bilim’

AZİZ YARDIMLI

Giriş: A Prioriden Kurtuluş

Albert Einstein tüm tarihin gelmiş geçmiş en popüler fizikçisidir. *Pozitivist* öncüllerine karşın, sonuna dek *belirlenimciliği*, *nedenselliği*, *bilimsel nesnelliği*, tek bir sözcükle, *Usu* savunduğunu ileri sürdü. Bu tutumu pek çok insanı usdışının ussal olduğuna inanmaya götürdü. Albert Einstein fizik biliminde tam olarak yirminci yüzyılın en popüler sanatçısı sayılan Pablo Picasso’nun resim sanatında yaptığı devrimi yaptı, klasik-ussal içeriği devirdi, ve bunu temelde felsefeyi bir Picasso felsefesine, bir tür kübistik felsefeye dönüştürerek başardı. Kübizm de *saltık* değil ama *görelidir*, ve Sanatın gerçeğinin bağıntı ve oran, uyum ve bakışım ve bütünlük gibi ussal güzellik bileşenlerinin bütünüyle dışında, ve saltık biçim ideali ile karşıtlık içinde, parçaların kolajında ve montajında, bütünü parçalanmasında, Sürekliliğin ve Sonsuzun silinmesinde yattığını doğrular. Einstein Uzay ve Özdeğin sonlu ve süreksiz ve Zamanın parçalı olduğunu buldu, ve bu büyük buluşunu sık sık övünçle vurguladığı gibi görgücü-kuşkucu David Hume’un felsefeye yaptığı “ölümsüz hizmet” temelinde, bilgiyi *kavramsızlaştırma* temelinde gerçekleştirdi. Bu ‘felsefe’ geometrinin fizikselleştirilmesine de izin verir ve buna göre örneğin *kavramsal nokta* boyut kazanarak görgülleştirilir, *ds* sonsuz küçüklük olarak değil ama “çok küçük sayı” olarak alınır.

Yetenekli bir insanın yanılıklarının bile öğretici olduğu söylenir. Eğer bu doğruysa, Einstein’ın kuramlarından pek çok şey öğrenilebileceği beklentisinde olabiliriz. Ama Einstein durumunda bu kuralın işlediği söylemek çok güç olacaktır, çünkü yanılı da tıpkı gerçeklik gibi *usun*, *insan düşünce yetisinin* kendi-

sine aitken, *göreci usdışı* ise *gerçeğin ve yanlışın ötesidir* — tıpkı nihilizmin iyinin ve kötünün *ötesine* geçerek moral değeri silmesi, ve tıpkı kübizmin güzelin ve çirkinin *ötesine* geçerek estetik değeri silmesi gibi. Göreci bir etiğin ve göreci bir estetiğin bu kavramların yokluğuna vardığı bilinir. Genel olarak görelilik alanında *genel olarak düşünce* yararsızdır, çünkü sık sık düşüncenin tüm yeteneğinin dışında yatan şeyler ileri sürülür, düşünmeden yapamayacağını yapması, örneğin eğrinin doğrudan daha kısa, noktanın boyutlu, çizginin genişlikli olduğunu düşünmesi istenir. Ve sık sık *deneyimin* kendisi de yararsızdır, çünkü kavramın yeteneksiz olduğu şeye yine kavramın belirlenimini ya da biçimini taşıyan fiziksel realite de eşit ölçüde yeteneksizdir. *Görünürde*, Einstein arkasında yalnızca bilgisiz irrasyonelizmin onayını almakla kalmadı, ama Batı akademizmini olduğu gibi popüler bilinci de derinden etkilemeyi başardı. *Gerçekte*, Einstein yalnızca modern bilinçte kendinde daha şimdiden usdışı olan, henüz us ve bilgi ile tanışmamış olan eğilimleri okşadı ve usdışına karşı bütünüyle savunmasız bilinç alanını yakaladı. Eğer *usdışının* öğreticiliğinden söz edebilirsek, burada pekala *usun* kendi doğasını anlamak için eşsiz bir fırsat yatar.

Ama bu biraz kuşkuludur. Planck 1949'da haklı olarak şunları yazdı: “Yeni bir bilimsel gerçeklik ona karşı çıkanları inandırarak ve ışığı görmelerini sağlayarak değil, ama daha çok karşı çıkanların sonunda ölmeleri ve yeni gerçeklik ile tanışık olan yeni bir kuşağın yetişmesiyle utku kazanır.” Bir yanlışlığın düzeltilmesi yeni bir gerçekliğin kazanılmasıdır. Ama bir bilinç yapısı ister gerçek ister yanlış olsun, ister eski ister yeni olsun, kendi içinde az çok *tutarlı*, az çok *dizgesel* bir yapıdır. Ondandır özel bir bileşeni uzaklaştırmak bütünü bozmaksızın olanaksızdır. Ya da ona yeni bir özel bileşen kazandırmak onunla çelişen başkalarını değiştirmeksizin olanaksızdır. Yeni bir gerçeklik yeni bir *bütünsel* yapıyı, dünyaya *bütünsel* olarak yeni bir bakış açısını gerektirir. Ama *görelilik kuramı* söz konusu olduğunda, değişim yalnızca tekil bir fizik kuramının değil, bütün bir bilincin, bütün bir kültürün değişimini ilgilendirir, çünkü bu kültürde *görelilik ilkesi* yalnızca fiziği ve geometriyi bozmakla kalmaz, ama felsefeyi ve sanatı da, törel ve politik bilinci de bozar, kültürel varoluşun bütününe öznlü yeni bir sofizmin ilkesi olarak iş görür.

* * *

Görelilik kuramı bizden Saçma olana *inanmamızı* ister. Bu kurama göre Uzayın çevresi çitlerle kuşatılıdır ve evrende özdeğin miktarı sonludur. Bu kurama göre, ‘Uzay bükülebilir, uzayıp kısalabilir.’ ‘Her bir özel uzay noktası için *özel* bir zaman kıpısı vardır.’ Ama gene de kuram tüm bu önermelerin *kavramsal* olduklarını, *mantıklı* olduklarını ileri sürmez. Tersine, *mantıksız* olduklarını ileri sürer. Gerçekten de bu tür önermeler açıkça us-dışı, kavram-dışıdır, ve bu onların zayıflığı değil üstünlüğü olarak, geçersizlikleri değil geçerlikleri olarak görülür. İnsanın düşüncesinin bu kuramın önermelerini *anlama*, *kavrama*, ya da başka

herhangi bir yolla onlarla iletişime girme gibi bir yeteneği yoktur. Böyle kavram kopukluğu gösteren önermeler mantıksızın en çıplak örneklerini verirler. Mantıksızlıkları onları anlaşılmanın ötesine götürür ve salt anlaşılmazlıklarında düşünceyi sindirmeyi başarırlar. Hiç bir insan usu kendi doğasına aykırı olanı yapmayı başaramaz. Böyle önermeler kimilerinin dediği gibi, 'sezgiye de aykırı'dır. Aslında tasarımı, imgeleme, düşünme, tüm ansal yetilerimize aykırıdır. Ve gene de geçerli olduklarına *inanmamız* istenir. İnanmayı başardıklarına inananlar vardır. Ve birşey inanç konusu olur olmaz kolayca kitlesel ölçüğe tırmanır.

Burada sorunun boşinanç-andırımı doğasına biraz daha yaklaşabilmek için bir Kilise Babasının ilkesine bakmak yararlı olacaktır: "*Credo quia absurdum*" — "*İnanırım çünkü saçmadır,*" der Tertullian. İnanmak bilgiye eşlik eden doğal ansal-duygusal durumdur. *Ve bilgi, gerçeklik inancın eşliğinde olmaksızın olmaz.* Ama gene de inanmak zorunlu olarak *bilmek* değildir. İnsanlar bilmediklerine, anlamadıklarına ancak *inanabilirler*. Ama bilgisiz inanç *boşinançtır*. Tertullian'ın biraz çapraşık görünen sözlerinin anlamı Saçmanın bir *bilgi* konusu değil ama ancak *bilgisiz bir inanç* konusu, bir *boşinanç* konusu olabileceğidir. Tertullian bu formülün biricik savunucusu değildir. Benzer olarak, Einstein'ın kuramının felsefi dayanağını sağlayan *kuşkucu* Hume da *kuşkucu* Newton'dan ödünç aldığı *görgücü* ilkeleri üzerine, gözlem ve deneyim^{NOT1} üzerine *bilginin, gerçekliğin* olanaksız olduğunu görmüş, bilginin yerine *inancı* (ve gerçekliğin ya da pekinliğin yerine *olasılığı*) geçirmişti. Mantıklar görünürde biraz ayrı yollar izleseler de, usu reddetme tutumunda *ortak* olan Kilise Babası ve *Görgücü* düşünür *inanç* etmenini *güvenilmez bilgiye* karşı iyi almaşık olarak kabul ederler, ve insan usunun yol göstericiliği reddedilince herşeye karşın bir temel arayan bilgi kendini ancak inanç üzerine aklayabilir. Ama böyle inanç, usa dayanmayan, usun yol göstericiliğini tanımayan *bilgisiz inanç* gerçekte bir inanç bile değildir. *Keyfi inanç* usdışını onaylayabilecek biricik ansal yetenektir ve felsefesiz doğal bilince ait olmalıdır.

Burada usun ve ussal olanın *dışında* olma, *var olmayanı*, *var olamayacak* olanı düşünmeyi deneme gibi bir durum vardır. Bu *yanılgı* ya da *yanlışlık* dediğimiz şeyden bütünüyle ayrıdır. *Saçma* dediğimiz şeydir. Normal insan usu saçma olanın karşısında düşüncesinin temellerinin ayağının altından çekildiğini duymusar. Ama saçmayı temel yapabilen bir 'mantık' tipi de vardır. Örneğin matematikçi Cantor bir doğru çizgi üzerindeki, bir alanın içerisindeki noktaların sayılabileceğine, toplamlarının karşılaştırılabileceğine *inanır* (ve yaşamının sonlarına doğru bu düşünceleri tanrısal bildiriş yoluyla aldığını söyler). *Yanlışlık anlaşılabilir* birşeydir. Kimi görüşler, kuramlar *olgulara*, *var olana*, *gerçeğe* aykırı olabilir, ve gene de kendi içlerinde pekala tutarlı görünebilirler. Bunları doğrulamak us bozulması ile aynı şey değildir. Yanılgı mantıksızdan bütünüyle başka birşeydir. *Kendinde* bağıntısız olanı bağıntılar, ve ne olursa olsun kendisinin bir *yanılgı* olmadığına diredir. Ve doğa biliminin tarihindeki yanılgıların

kütlesi pekala bir buz dağının su altındaki bölümüne benzetilebilir. Doğal mantığın *tasarımsal* bağıntıları hiçbir zaman *kavramsal* bağıntılar ile bir ve aynı sağlamlığı gösteremez, ve *diyalektik* olarak bağlantısız olan *sentetik* olarak, *dışsal* olarak biraraya getirilebilir. Doğal us yerçekimi kuvvetini salt çekim kuvveti olarak görse bile, onda itmenin de eşit ölçüde bulunduğunu görmese bile, ussal saydığı bu temel üzerinde fiziğini daha öte geliştirmeyi sürdürür. Sonsuz küçüklükler oranını anlamasa da, kalkülüsü bağıntısız, dışsal olarak belleyebilir ve onu bir makine gibi uygulayabilir. Ve gene de temel belitlere bağlı kalır, doğru çizginin eğri çizgiden kısa olduğunu, geometrik kavramın görgül resim ile bir ve aynı şey olmadığını, parçaların toplamının bütünden büyük olmadığını, koşul çizgilerin kesişmediğini vb. bilir. Buna karşı, *saçmanın* gerçeği *mantığa*, *usun* kendisine aykırı olmaktır. Saçma olanı doğrulamak usu çürütmektir. Ve Us insanın tözüdür.

* * *

Görelilik Kuramının belirlenimlerinin biraz daha ayrıntılı bir irdelemesini bu kitabın sonundaki *Çözümleme* bölümüne bırakarak, burada kısaca doğa bilimlerinde irrasyonalizmi, bilim ve felsefe arasındaki, olgusalılık ve matematik arasındaki ilişkileri ele alacağız. Fizikte *görecilik* başka herşeyin ussal olduğu bir dünyada kendi başına duran bir fenomen, başka herşeyin yolunda gittiği bir dünyada kendini yalıtımsız bir sorun değildir. Tersine, gelişiminin henüz ham, ilkel bir evresindeki bütünsel kültürel süreçte fizik de kendini bütünün tonuna uyarlamak zorundadır. ‘Bilimsel topluluk’ henüz ussal olanı doğrulayacak ussallık düzeyine ulaşmış değildir ve ‘kurumsal felsefe’ henüz fiziğe dalkavukluk yapan pozitivistimden daha öteye, gerçek kavramsal düşünceye büyüyebilmiş değildir.

Einstein’ın kuramı 1960’lara dek sürekliliğinden düşüştü. Matematiksel soyutluğundan ve doğal mantık için anlaşılır olmayan sayıltılarından ötürü öğretilmesi olanaksızdı, ve kısa bir süre içinde gözardı edilmeye, özellikle Nice Kuramının başarısı karşısında giderek alay konusu edilmeye başladı. Görelilik kuramının olağanüstü popülerliği zamansal olarak *Big Bang* mitolojisini izleyen bir olaydır ve popüler bilinçle geçerliliği bu modern mitolojinin geçerliliğine bağlıdır. Bilindiği gibi, bu kozmolojik önsava göre *sonlu* bir zaman önce, gerçekte *hiçbirşey* olan bir ‘tekillik/singularity’ kıpısında, yalnızca *özdek* ve *enerji* değil, ama *uzay* ve *zaman* da Yokluktan yaratılmıştır. Bu sözde kuramın temelinde ne *deneyim/gözlem* ne de herhangi bir *mantık* vardır. Tersine, güdüsünü kavramı silmeyi *bilimselliğin koşulu* sayan bir imgelemden alır. Matematiksel destek, tıpkı görelilik kuramının kendisinin durumunda olduğu gibi, doğallıkla arkadan gelir ve sanki özerk bir bilgilenme aygıtıymış gibi kullanılsa da, bütünüyle önceden kabul edilen görüşlere ayarlanır. Tüm *fiziksel* varoluşun *yaratılışı* verildiğine göre, *yaratılan* tüm gerçek *fiziksel olmayan* kaynaklardan sağlanır. Bu ‘mantık’

nedensellik ile saltık olarak geçimsiz bir kavramı, doğanın *doğa-dışı* ve *doğa-üstü* bir başlangıcı tasarımını gerektirir — uzay-dışı ve zaman-dışı bir 'nedenselliği.' Eğer bu fizik ise, fiziğin kendisi tüm usun ve sağduyunun bir yana atılmasını gerektirir. Ama bu hiç kuşkusuz Fizik değildir. Tıpkı usdışı nesnesi gibi, *olmayan* nesnesi gibi, kendisi de hiçbirseydir.

Einstein görelilik kuramının temelini görgücülük olduğunu, ve bu temeli David Hume'un felsefesinde bulduğunu söyler. Gerçekten de Bern yıllarında arkadaşlarıyla kurduğu *Akademie Olimpia*'da onlarla birlikte David Hume ve Ernest Mach'ı incelemiş, düşüncesinin yaşamı boyunca bağlı kalacağı felsefi temellerini o yıllarda oluşturmuştur. Yıllar sonra, tüm dehasına karşın anlamakta güçlük çektiği, aslında hiçbir zaman anlamadığı şeylerden biri de David Hume'un felsefeye "büyük hizmeti"nin *kuşkuculuk* olduğu olgusudur.

Kuşku bilgi değil ama bilme dürtüsüdür. *Kuşkuculuk* ise bilgiye götüren kuşku değil ama bilmeme dürtüsüdür. Kuşku sağlıklıdır çünkü kendini olumsuzlamayı, kendini ortadan kaldırmayı amaçlar; kuşkuculuk ise sağlıklıdır çünkü kendini doğrular ve bir *inakçılıktır*.

Kuşkunun yenilmeyen, ortadan kaldırılamayan sürekli bir ruh durumu olması açıkça bilginin yadsınmasıdır. *Kuşkuculuk mantığa karşı bağışiktir — çünkü kuşkuculuktur*. Mantıksal değil, *ruhbilimseldir*.

Kuşku kuşkuculuk değildir. Birincisi var olanı olumsuzlamayı, olumlu olanın gerçeğinin *olumsuz* olma olduğunu anlatır ve bilmenin özsel olarak yetişimsel momentidir. İkincisi ruhbilimsel bir saplantıdır ve bilginin yadsınmasını, bilmenin doğrulanmasını anlatır.

Einstein'ın kuramının temeli David Hume'un kuşkuculuğudur. Buna göre Kavram üzerine değil ama *duyusal-algı* üzerine dayanır, ama kuşkuyu yenmek için değil, doğrulamak için, çünkü duyusal-algı bilgi üretmez. Görelilik kuramı *algının göreliliğini* uzay ve zaman kavramlarının, aslında tüm doğabilimsel kavramların *göreliliğine* ve *öznelliğine* gerekçe yapar. Ve Kavram gerçek karakterini yitirir. Duyusal-algının tasarımları temelinde hiçbir *evrensel ve zorunlu* yasa, yani *yasa* elde edilemeyeceği, aslında sıradan bir *genellemeden* öteye gidilemeyeceği için, kuşkucu pozitivizm haklı olarak bilgiyi *olasılığa, tahmine, istatistiğe* indirir. Einstein'ın dehası bu yalın mantıksal çıkarsamayı yapmasına yetmez. *Ve olasılıktan* daha iyisini, gerçekliği veremeyen bir kuramsal temel üzerinde "Tanrı zar atmaz" diyerek yine dehasının gerçek karakterini sergiler. Nedenselliği ve belirlenimciliği savunması dikbaşı bir irrasyonalizmin yanısıra ileri sürülür, ve yalnızca Einstein'ın kuramcılığını eleştiriye karşı oynak bir hedef olarak göstermeye hizmet eder. Mantığın özellikle reddedildiği yerde, kavramın yerini *ruhbilimsel tasarımın* aldığı yerde *anlaşılabilirlik* yiter ve *anlam* kaçır. Yıllar sonra Eddington merakla kuramı *anlayan* üçüncü kişinin kim olduğunu düşünürken salt bir şakayı amaçlamıyordu.^{NOT 2}

Einstein kavramların *nesnel* olgusallığını tanınamada sonuna dek diretti.

1950’de üçüncü yayımı çıkan *Göreliliğin Anlamı*’nda, daha önce 1916 kitapçığında da kullandığı aynı eğretilenileme ile, uzay ve zaman kavramlarının “*a priori*’nin Olimpos’undan aşağıya indirilmeleri” gereğinden söz eder. Eğretilenileyi yalın dile çevirirsek, bildirim Kavramların ya da İdeaların *nesnel* hiçbir değeri ve anlamlarının olmadığını, *yalnızca algı türevleri olduklarını, yalnızca insan anlığının öznal yaratıları olduklarını* anlatır. Bu Einstein’ın haktanırılık göstererek David Hume’a borçlu olduğunu kabul ettiği ‘felsefi’ temeldir. Ve kavramlar bu *öznellikleri* içinde, “deneyimlerimizin karmaşasını temsil etmeye hizmet ederler.” Başka bir deyişle, öznal kavram ve nesnel realite için bilgide sonuçlanacak bir ilişki, bir iletişim aramak boşunadır. Felsefi uslamla ile en yüzeysel tanışıklık bile, bu bakış açısına göre, nesnel varoluş olduğunu ‘sandığımız’ olgusallığın Einstein’ın öncülleri gereği baştan sona *öznal* olacağı sonucunu çıkarabilir: Bu öncüller üzerine Özdek, Uzay ve Zaman, Töz vb. ancak düşünlüdüğü sürece vardır. Yani yalnızca düşüncede vardır ve kendinde realitesi yoktur. Aynı *öznelliliği* Berkeley’de ve Hume’da, Kant’ta ve daha sonra Kopenhag okulunda, Niels Bohr ve Werner Heisenberg’de buluruz. Einstein *Göreliliğin Anlamı*’nda şöyle yazar (1950, s. 2):

“Kavramlarımız için ve kavramlarımızın dizgesi için biricik aklama deneyimlerimizin karmaşasını temsil etmeye hizmet etmeleridir; bunun dışında hiçbir meşrulukları yoktur. Felsefecilerin belli temel kavramları onları denetim altında tutmamıza izin veren görgücülüğün [*empiricism*] temelinden *a priori*’nin yüksekliklerine uzaklaştırmakla [!] bilimsel düşünmenin ilerlemesi üzerinde zararlı bir etkide bulduklarına inanıyorum. ... [B]u idealar-evreni deneyimlerimizin doğasından ancak giysilerin insan bedeninin biçiminden olduğu denli bağımsızdır [= idealar deneyim tarafından belirlenirler]. Bu uzay ve zaman kavramlarımız için özellikle doğrudur — kavramlar ki olguların baskısı altında fizikçiler onları *a priori*’nin Olimpos’undan aşağıya indirmek ve böylece ayarlayarak işe yarayabilir bir duruma getirmek zorunda kalmışlardır.”

Bilindiği gibi *görgücülük* yalnızca özdeğin, yalnızca uzay ve zamanın değil, giderek düşünen öznenin, ‘Ben’in bile *varlığını* doğrulayamaz, çünkü hiç biri duyusal-algının nesnesi değildir. Görgücülük felsefe ile henüz tanışmakta olan bilimsel sandığı gibi ussal bir bakış açısı *değildir*. Görgücülük, Einstein’ın tüm görelilik kuramı gibi vurgulu bir anlamda temel aldığı bakış açısı olarak, hiçbir *nesnel varoluşun* olmadığına direten ve bilgiyi *inanca* ve pekinliği *olasılığa* ya da *tahmine* indiren irrasyonelizmdir. Bu bakış açısından, örneğin NEDENSEL-LİK *nesnel* bir ilişki, *nesnel* bir anlamı olan bir kavram değil, ama yalnızca sık sık gözlenen iki ardışık olay arasında salt *alışkanlık* temelinde kurulan bir *çağırışım* sorunudur. Bu *çağırışım*lar temelinde yorumlanan realite gerçekten de soyut bir idealite, yalnızca insan beyninde kurulan bir öznellik, bir *Gedankending*dir. Bu bakış açısından, insan *gerçekliğe* yetenekli ve *gerçekliğe* yaraşır değildir.

Bir imgeler dünyasında, salt kendi öznelliği içerisinde, salt kendi kuruntular realitesinde varolur. Einstein aynı görgücü çizgide kavramların “ruhbilimsel” kökenli olduklarını belirtir ve uzay kavramının “kutu”lar üzerine gözlem ve deneyimlerden nasıl türetildiğini açıklar. Yine aynı yerde şunları söyler: “Doğal bilimler, ve özel olarak onların en temel olanları, *duyu algılarını* ele alırlar.” *Kavramları değil ama duygusal algıları!* “*Göreliliğin Anlamı*”nın sunduğu ‘felsefi’ temel 50 yıl önce *Akademie Olimpia*’da keşfedilen aynı temeldir.

Böyle kesin anlatımlarına karşın, Einstein tüm yazılarında duyu-algılarından değil ama sürekli olarak *kavramlardan* söz eder. Ama gene de onları hiçbir zaman *gerçek* değerlerinde almamayı başarır. Birer *tasarım* olarak, fizikseli temsil eden *duyu-algıları* olarak alır. Tıpkı pergel-cetvel geometrisinde yaptığı gibi.

Bilimsellik ve Ussallık: Bilim Deneyim Değil, Deneyimin Tanıtlanmasıdır

Görgül bilimler salt *görgül* temellerinden ötürü *tümevarımın* ve dolayısıyla *olasılığın* ötesinde bir geçerlik taşıyamazlar. Bu yetersizlik onlara kötü biçimler altında katılaşmayıp daha öte gelişebilmek için gerekli olan esnekliği, değişim olanağını verir. Bu düzeye dek, *görgül* bilgi bütünüyle haklı olarak *kuşkunun* nesnesidir, henüz Bilgi değil ama ‘görgül bilgi’dir. Tıpkı geometrik teoremler durumunda aksiyomatik tanıtlamanın başlangıçta görgül bir *önesüründen*, bir *doxadan* daha ötesi olmayan bir önermeyi geometrik *bilgiye* yükseltmesi gerektiğinin düşünülmesi gibi, görgül bilimler de Bilim olabilmek için kavramsal-mantıksal yapılarının iç tutarlığının *gösterilmesi* gereksimi içinde dururlar. Bu *tanıtlamayı* yine *kavramsal* yapının kendisinin sağlaması gerekir — ona dışsal bir yöntemin değil, ama *düşüncenin*, *kavramın* kendisinin yönteminin. Bilim *a posteriori* olanın *a priori* tarafından aklanmasını, *olumsal*, *olası*, *kuşkulu* görünende *mantıksal zorunluğun* gösterilmesini gerektirir. Kavramsız deneyimin kavramı aklamayı düşüncesi bu düzeye dek salt bir düşüncesizliktir, çünkü *dene-yim olarak deneyim* düşüncesiz, kavramsızdır. Ona *belirli biçim* usun kategorileri tarafından verilir ve bu konuda modern dönemde özellikle ilgili olan kavrayış yine Kant’ın felsefesinde bulunur, üstelik bu felsefe görüngünün ötesine geçememede direktse bile.

Tüm kuşkuculuğuna karşın, Kant’ın felsefesinde gerçekten felsefe adına yaraşır başlıca nokta bilimin *a priori* yapılması gerektiği görüşüdür (gerçi Kant’ın bilim dediği şey *kendinde-Şeye*, gerçek varlığa ya da realiteye ulaşamıyor olsa da). Kavram ve Realite arasındaki ilişki bilim için özeldir. Ve Realitenin kendisinin Kavram tarafından *belirlenmesi* ölçüsünde, bu ilişki Kavram ve Kavram ilişkisidir. Einstein’ın bilimin temelinden uzaklaştırdığı ve yerine duyu-algısını geçirdiği şey Kavramlar ya da *nesnel düşüncelerdir*. Hegel *Doğa Felsefesi*’nde *düşünce* ve *bilim* arasındaki ilişki konusunda şöyle yazar:

“Görgül Fiziğe karşı belirtilecek ilk şey onda kabul ettiğinden ve bildiğin-

den çok daha fazla *düşüncenin* bulunduğu, ve sandığından daha iyi olduğudur; ya da, eğer Fizikte *düşünce* bir bakıma kötü birşey sayılacaksa, sandığından daha kötü olduğudur. Öyleyse Fizik ve Doğa Felsefesi birbirlerinden *algılamanın* ve *düşünmenin* birbirlerinden ayrıldığı gibi değil, ama yalnızca *düşünmenin tür ve tarzı yoluyla* ayrılırlar; ikisi de Doğanın düşünce yoluyla bilinmesini anlatırlar.”

Fizik metafiziktir. Ancak saf doğal bilinç bir *bilim* olarak fiziğin *fiziksel, özdeksel* olduğunu düşünür. Bu bilincin tarih olması insanlığın özgürlüğünde özsel bir bileşen olacaktır. Doğa özdekseldir; *doğabilim tinsel*. ‘Metafizik’ sözcüğüne yüklenen tüm dışsal-tarihsel ıvır zıvrı bir yana bırakırsak, anlatım ‘fizik-ötesi’ olandan, *mantıksal* olandan başka hiçbirşeyi anlatmaz. Fizik biliminin kendisi ilkin *tinseldir*, çünkü *bilinçtedir*. Ama bu bilimin biricik içeriği olan *kavramların* bilince sınırlı olmadıklarını, bir fenomen olarak Doğanın, fenomenal Doğanın kendisinin *özünü* belirlediklerini ve bu anlamda *nesnel* de olduklarını düşünürsek, görgül fizik biliminin bilinçsizce de olsa gerçekte ne ile ilgilenmekte olduğunu daha iyi görebiliriz. Doğayı kavramsızlaştırmayı, fiziği fizik-ötesinden kurtarmayı istersek bunu hiç kuşkusuz düşüncemizde yapabiliriz. Ama o zaman kavramsız, biçimsiz, belirlenimsiz özdeğin *ne* olduğunu söylememiz olanaksızlaşır. Ve kavramsız, biçimsiz, belirlenimsiz bir Doğanın bilgisinden söz etmek tam olarak bir kendinde-Şey soyutlamasının bilgisinden söz etmek kadar anlamlıdır. Ama bu *soyutlamaların* Şeye, Doğaya değil, *özneye* düştüğünü görmek güç olmamalıdır.

Su katılmamış fizikçinin düşünceye tepkisi bir misolojiye denk düşer — sanki düşünce insana ait *olmaması* gereken birşeymiş gibi, sanki us, uslamlama, ussal tanıtlama yararsız, yanlış, giderek zararlı, tehlikeliymiş gibi. Salt fizikçiler, en katıksız, en arı fizikçiler hayvanlardır. Çünkü düşünmezler. Yalnızca ve yalnızca duyularını, kimilerine göre de sezgilerini kullanırlar. Bilimin hiç olmazsa düşünce pahasına duyulara yetkin olmadıkları bir işlevi yükleyen ve düşünceyi duyuların bir türevine indirgeyen *kuşkucu inaklardan* onay beklememesi gerekir. Bu onay değersizdir. *Duyu duyumsar*. Duyumsamanın *Varlığın* çıkarsamasına götürdüğü düşüncesi bile bir us işlevidir. Doğa bilimi duyum ve algılarla, izlenim ve sezgilerle vb. iş göremez çünkü bunlar *olgusalılık* ile, *gerçeklik* ile, *gerçekten varolan* ile ilgili hiçbirşey düşünmezler, çünkü *düşünmezler*. En gözüpek görgücülerden birinin, kuşkuculuğunda deliliğin eşliğinde durduğunu bildiren David Hume’un kendisinin gördüğü gibi, kavramların ‘ruhbilimsel’ türeyişine zemin olduğu sanılan *duyusal süreçler* yalnızca *alışkanlık* yapılarında sonuçlanırlar. Ve bilimin bu *özellikleri* temel aldığı görüşü üzerine — yine Hume’un açıkça anladığı ve anlattığı gibi — mantıksal olarak bilimin kendisi bilgi ve gerçeklik ile ilgisiz bir *alışkanlık*, bir *olasılık* sorunu olur. Ama ne bilimin kavramı onun salt öznel bir alışkanlık sorunu olduğunu kabul eder, ne de kavram türeyişini

görgül deneyime borçludur. Bu bakış açısı *a priori* ve *a posteriori* arasındaki, Us ve Bilinç arasındaki ayrımı ayırmaz.

İnsan anlığı *salt* duyumun ötesine, *duyusal-algiya* yeteneklidir. Arı duyum kavramsızdır — kendisinin bir kavram olması, 'duyum' kavramı olması dışında. Ama *algi* gibi çok alt bir anlaksal yeti bile duyumun çoklusunu *kavramsallaştırır*, onu dışsal ve içsel dünyanın nesnelere bir izlenimine, *anlaşılır* bir şekilde yükseltir. *Kare* duyumsanmaz, algılanır. Genelde *deneyim özel olarak kavramsal Biçimdir*. İşin gerçeği duyusal algının (ya da gözlem ve deneyimin) kendisinin özel olarak bir *düşünme* edimi olduğudur. *Kişi orada ancak düşünemediğini algılayabilir*. Belirlemelerinden soyutlandığında, gözlem, deneyim vb. denilen algının kendisi anlaşılmaz, anlamsız olur. Modern felsefenin öncüsü olan, Usu ne olursa olsun kendisinden başka birşeye bağımlı olmaktan özgürleş-tiren Descartes *Meditasyonlar*'ında duyumun kendisinin gerçekliğinin düşünme edimine bağlı olduğunu belirtir, "duyumlar ve imgelemler dediğim bu düşünce kipleri"nden (M 3.1) söz ederek "duyumsama düşünmeden başka birşey değildir" der (M 2.10), çünkü insan anlığı duyumu bile *biçimlendirir*, ona *Kavram* yükler, ve herşeyden önce 'duyum' anlatımının kendisi bir *Kavramdır*. Duyusal algı, insan söz konusu olduğunda, özel olarak *kavramsal* bir süreçtir. "[C]isimler, eğer sözcüğün sağın anlamıyla konuşursak, duyular tarafından ya da imgelem yetisi tarafından değil ama yalnızca *anlak* tarafından algılanırlar; ve görülmeleri ya da dokunulmaları değil ama yalnızca anlaşılmaları yoluyla bilinirler..." (M 2.16). Ama daha sonra Hume ve Kant'ın bıkırtıcı yinelemeleriyle 'deneyim' adı verilen bu *kaba* algı edimi bilgide sözde bir *nesnellığın* güvencesi olarak görüldüğü zaman, böyle bir *deneyimin* öznelliğinin anlaşılması tüm bilginin *nesnel* değerini kuşku altına düşürdü. Kant deneyime sınırlı insan bilgisinin *nesnel gerçeklik* ile bağlantısız olduğunu ileri sürdü. Descartes'ı daha dikkatli okuyabilirdi, ve onda kavramların, ideaların nasıl yalnızca öznelliğe sınırlı oldukları, nasıl *nesnel* de oldukları konusunda verilen en güzel tanıtlamalardan birini görebilirdi. Bilginin reel öğeye borcu yeme ediminin yediği besine borcu kadardır.

Kant'ın kendi 'Kopernik devrimi' dediği şeyin bile en iyisinden *tabula rasa* görgücülüğüne karşı gecikmiş bir devrim olduğunu, dahası sözcüğün gerçek anlamında *özel bir devrim* olduğunu görebiliriz — eğer üzerlerine kavramların uygulandığı nesnelere açıkça *öznenin* kendisinin içerisindeki *özel* nesnelere olduklarını, düşüncenin hiçbir zaman kendinde-Şeyin dışsal, nesnel olgusalığına ulaşamadığını, Kant'ın izin verdiği bilimin *görüngübilimden* başka birşeye benzemediğini göz ardı etmezsek. *Kant'ın bilimselliği ancak fenomenal olanın gerçekliği kadar bilimseldir* ve onda doğa yasaları olmaları gereken şeyler, görüngülerin *özleri* olmaları gereken şeyler bile kendileri *salt görüngüseldirler*. Ama imgeleme yapışan düşüncesiz 'devrim' sözcüğü sıradan bilincin daha öte düşünmesini *durduran ve uyuşturan bir saplantının üstünlüğünü taşır*. Gerçekte,

Descartes'ın sözlerinin gösterdiği gibi modern dönemde bu 'devrim' çok daha önceden yapılmış ve dahası, Kant'ın tersine, *dışsal olgusallığın* ya da *kendinde-Şeyin* bilgisi uğruna yapılmıştı, ve aslında Platonik anımsama kuramı bile *a priori* bilginin dışsal dünyadan kazanılmadığını ve gene de dışsal dünya ile iletişimin olanağı olduğunu, insansal *Nousun* nesnel varoluşlar olan *İdeaları* düşünme yetisi olduğunu kabul eder. Bir Felsefe Tarihi kavramından da yoksun olan Kant *Arı Usun Eleştirisi*'nde "Arı Usun Tarihi" dediği şeyin yalnızca bir yıkımlar ve başarısızlıklar süreci olduğunu belirtir. Orada geçerli olanı görmez ve çok daha önce keşfedilmiş olanı bir kez daha keşfeder, ama onu da bozarak, öznelleştirerek keşfeder.

Kuşkucu bilinç düşünceye karşı güvensizdir *çünkü* güvensizdir, ve *duyusal* algıyı ussal çıkarsamaya yeğler, duyusal *deneyimi* onu olanaklı kılan *kavramsal* özünden soyutlar ve bu kavramsızlık ve anlamsızlık içinde doğrulanabilirlik, yanlışlanabilirlik, görgül sınanabilirlik vb. biçimleri altında sözde bir *bilimsellik ölçütü* getirir, *kavramsal* olanı *görgül* sınamaya altgüdümlü kılar. Ama sonunda elde ettiği şey bilimin salt *gözlem* ve *deneyim* üzerine dayanan, dolayısıyla salt *olasılık* ve *tahmin* ile ilgilenen, yalnızca *doğrulama* ya da *yanlışlama* ile belirlenen bir pozitivism olduğu sanısıdır.^{NOT 3}

Kavram geliştirme usun işlevidir. Ve kavramlarının gelişimiyle deneyim ve gözlemin kendileri değişir, yeni kavramların doğuşuyla algı dünyasının kendisi büyür, ussal bir bütüne doğru şekillenir. Maxwell insan usu ve nesnesi arasındaki, kavram ve realite arasındaki ilişki üzerine şöyle yazar: "[B]ilimin bütün çerçevesi, felsefenin doruğunun kendisine dek, kimi zaman doğanın kesitlenmiş bir modeli olarak, ve kimi zaman anlığın iç yüzeyinin doğal bir büyümesi olarak görünür." Ama usun yeteneği salt kendi içinde kısıtlı, salt *görüngü* üretici değildir. Maxwell şöyle sürdürür:

"Şimdi bana öyle görünüyor ki, uzayın üç boyutu olduğunu söylediğimiz zaman yalnızca bilinen üç boyut ile eşgüdümlü bir dördüncü boyutu tasarlanmanın olanaksızlığını anlatmakla kalmayız, ama noktaların üç değişkendeki bağımsız değişmeler yoluyla konumda değişebildikleri biçimindeki *nesnel gerçekliği* ileri süreriz. Öyleyse burada anlağın yapısı ve dışsal evrenin yapısı arasında *olgusal bir andırım* buluruz" (*Doğada Olgusal Andırımlar Var Mıdır?* 1884).

Başka bir deyişle, Maxwell fiziksel olan ve tinsel olan arasında, özdeksel ve düşünsel arasında kurgul bir birlik olduğunu bildirir. Yine aynı ussalcı bakış açısından Max Planck şöyle yazar:

"[K]endimi bilime adama kararım ... insan uslamlamasının yasalarının çevremizdeki dünyadan aldığımız izlenimler dizisini yöneten yasalarla çakıştığı, ve dolayısıyla arı uslamlamanın insana [dünyanın] düzeneği üzerine bir kav-

rayış kazanma yeteneğini verdiği buluşunun doğrudan bir sonucuydu.” “[D]ışsal dünya insandan bağımsız birşey, saltık birşeydir, ve bu saltık için geçerli olan yasalar için arayış ... yaşadaki en yüksek bilimsel uğraş olarak görüldü” (aktaran *Enc. Britt.* 1986, **25**, ss. 869-70).

Başka bir deyişle, yasalar kavram bağıntılarından başka birşey değildirler, ve insan usunun kavramsal yapısı özdeksel evrenin kavramsal (yasal) yapısı ile çakışır. Başka bir deyişle, kendinde-Şey ya da kendinde-Evren özsel olarak belirlidir, kavramsaldır, ve insan usu özdeksel evrende özsel olarak *kendini* bulur. Bu ilişki *nesnel gerçeklik* dediğimiz şeyi anlatır.

Max Planck nice kuramının ya da atomaltı parçacık mekaniğinin daha sonra Kopenhag okulu tarafından getirilen *öznelci* yorumunu reddetti. Schrödinger ve Einstein'ın da aralarında olduğu birçok fizikçi gibi, evrenin *nesnel varoluşuna, nedenselliğe, belirlenimciliğe* inancından hiçbir zaman vazgeçmedi — inancını bilgiye yükseltip yükseltmediği bir yana.

Einstein'ın dehası determinizmi indeterminizm temelinde savunduğunu anlamasına izin vermeyen bir özgünlük gösterir. Bu durum kendisi deha olmayan sıradan bilincin dehayı ölçmesini ve yargılamasını bir parça daha güçleştirir. Ama bu bilinç onu dehaların yargıcı yapan ayrıcalıktan yoksun bırakılmaktansa, düşünme gücünü edimsel beynin ağırlığına vb. bakarak yargılamaya yönelir. Kendisi de deha ve nesnellik arasındaki ilişkiyi önemsemeyen Einstein ruhbilimsel-algisal bir bilgikuramının *öznenin* dışına çıkamayacağını göremedi. Aşırı, düşüncesiz, ya da açıkça saçma savlar durumlarda insanlar sık sık anlamadıklarını yok sayma ve bu tür saçmalıkları bilinçlerinden silme eğilimi gösterirler. Einstein durumunda bir deha böyle şeyler demek istiyor olamaz diye düşündüler ve doğal bilincin revizyonizmi ile kuramdan onda usdışı olan ayıklayıp ya da açıkça anlamayıp düzelttiler. Einstein'ın 'Özdek düşünöldüğü sürece varolur' sözlerinde demek istediği 'özdeğin' kavramsal değil ama duyusal özdek, belirli, fiziksel özdek olduğunu ve böyle özdeğin varoluşunu düşünölmeye borçlu olduğunu ileri sürmenin ne demek olduğunu sorgulamadılar — üstelik düşünce bu kadar aşağılara indirgenmiş, bilimdeki yerini duyusal-algiya bırakmışken.

Böyle fiziğin tüketicileri onlara söylenenlerde yalnızca kendi istediklerini görürler. Aslında, yirminci yüzyılın başında onyıllar boyunca, Schrödinger'den Oppenheimer'e, Dirac'tan Planck'ın kendisine, Einstein'ın kuramını rasyonalize etme yönünde tuhaf bir önyargı işledi — sanki gizli bir kuşkunun bastırılması gerekliymiş gibi. Nice kuramında Planck'ın reddettiği Kopenhag 'yorum' biçiminin Einstein'ın görelilik kuramının da temelini sağladığı göz ardı edildi. Aslında herşey bütünüyle açıkta yatıyordu. Eğer uzay ve zaman kavramlarının *göreci/ruhbilimsel* yorumunun mantıksal olarak bu kavramların nesnellüğünün reddedilmesi sonucuna götürdüğü görölmüyorsa, Einstein'ın bu vargıyı bildiren kendi

sözleri vardı. *Uzay ve Zaman* başlıklı makalesinde şöyle diyordu: “[U]zay fiziksel bir olgusal olarak, özdeksel nesnelere gibi düşüncemizden bağımsızlık içinde varolan bir şey olarak görünür.” İmlem uzayın da düşüncelerimizden bağımsız görülmemesi gerektiğidir, tıpkı “özdeğin düşünülmediği sürece varolması” gibi.

Einstein insanı en az onurlandıran bir bakış açısıyla, insanın entellektüel yetenekleri ile en az uyumlu, aslında usu ile saltık olarak uyumsuz olan ve onu bilgisizleştiren *görgücülük* ile, 1956’larda bile dilinden düşürmediği “duyusal algı” yöntemi ile öyle bir *mantıksal-olgusal* sorunu ele almaya kalkar ki, Aristoteles ve Ptolemy’den Galileo ve Kepler’e, Descartes ve Leibniz’den Newton ve Clarke’a, Maxwell ve Poincaré ve Lorentz’e yüzyıllarca tartışılan ve insan usunun ve yüreğinin birlikte katıldıkları en sert, en gözüpek, ve en güzel tartışmalardan birinin doğuşuna yol açan *görelilik* sorunu onun felsefesiz yorumunda can sıkıcı bir yolda tüm anlam ve ciddiyetini yitirir, bayağı kültürün, bilgisiz medyanın banal normlarına uyarlanır. Onun yeğlediği sözde kuramsal zeminde evren bir üzümlü keke benzetilir, zamanın başlangıcı keşfedilerek kısa bir tarihi yazılır, trenler uzayıp kısalmaya, uzaylar genişlemeye, bükülmeye başlar, evrenin çevresine çitler çekilir. Salt matematiksel-nicel bilinç *Kavrama* ne kadar yabancı olduğunu böyle kurgular durumunda sınırsızca sergiler. Sorun gerçekte insan usuna onun kendi yeteneğinin sonsuzluğunu duyumsatacak, ona ne olduğunu anlamada, doyumunu nelerde bulacağını görmede başka her kavramsal sorundan daha anlamlı bir fırsat verecek denli özsel bir sorundu. Ve o güne dek öyle ele alınmıştı. Einstein herşeyi gülünçleştirdi, fiziği parodiye indirgedi. Düşüncesi ile ait olmadığı bir ortama, Usun, Felsefenin, Bilimin, Gerçeğin dünyasına uzanmaya çalıştı, ve popüler bilinç ona övgülerinde onunla birlikte kendini de kolayca Gerçeğin o yüksek alanına taşıdığına inandı. Darkafalılar, kraldan fazla kralcılar kitlesel ölçekte görelilik kuramını öğretmeye, popülerleştirmeye başladılar.

Bilim ve felsefe tarihi boyunca, görelilik (aslında *sonsuzluk*) tartışmasına katılan tüm yanlar ileri sürdüklerinde en sağlam, en sağın mantıklarını ortaya sürdüler. Ve eşit ustalık ve incelikle ileri sürülen karşı usamlamaları reddettiler. Tek-yanlılığa sarıldılar. Ve gene de tartışmanın analitik Anlak düzleminde yer alması ve diyalektik bir karakter göstermemesi konunun önemini ve yanların tutkularını hafifletici bir etmen değildi. Düşünce hileleri, özençler, budalalıklar görülmedi — en azından bütününde, ve hiç olmazsa Newton’ın uzayı Tanrının *duyu organı* yapması, arada bir her nedense bozuk tasarlanmış bir güneş dizgesinin dengesini yeniden kurmak için onu işe karıştırması gibi bir iki noktanın dışında. Tüm karşıt mantıkların birbirlerinden değerli, birbirlerinden yetenekli, birbirlerinden karakterli, ve — antinomiler söz konusu olduğunda — birbirlerinden saf kafalar tarafından bu savunusunda temelde salt bir ya da öteki yana hak vermekle çözülemeyecek türde bir sorunun yattığı görmediler. *Diyalaktiğin*

bilincinin yokluğunda, kendilerinin de pekala eşit hakla ve eşit güçle kaşıp kampta yer alabileceklerini, orada da eşit ölçüde tek-yanlı sağlamlıkları olan uslamlamaları, belki de daha iyileri üretebileceklerini, sonra yine geri dönüp vazgeçtikleri tek-yanlılığı savunabileceklerini görmediler.

Immanuel Kant daha önceden bu tür bir çatışkının, aslında her kavram durumunda kendini gösteren aynı çatışkının çözümünün onunla uğraşılması gerektiği olduğunu bildirmişti. Bilgisizlik ve bilmeme başka hiç kimse tarafından onun tarafından yapıldığı kadar saygın kılınmadı. Bir olguda ya da kavramda çelişki görüldüğü zaman, onun *olmaması* gerektiği düşünülür, çünkü çelişki bir kusurdu ve bir kusur olduğu için kendinde-Şeye değil ama özneye, sonlu, değersiz, önemsiz insana ait olmalıydı. Sonsuzluk-sonluluk, süreklilik-sürekli-sizlik ve saltıklık-görelilik gibi tartışmalarda da insan anlayışının çözmesi olanaksız bir sorunla karşı karşıya olduğu kabul edildi. İnsanın düşünce yeteneği böyle umutsuz bir durumun üstesinden gelecek bir yolda yapılmamıştı, ve bu, Kant'ın kendi anlatımıyla, "insandan başka ussal varlıkların," duyuşal değil ama düşünsel 'sezgi' yetileri olan meleklerin vb. sorunuuydu. İnsan sınırlı bilişsel yetenekleri ile kaçınılmaz olarak önemsiz bir yaratıktı ve bilgisizliğe yazgılanmıştı — varolmasa da olurdu. Evrenin salt anlamsız ve amaçsız bir fenomeni olarak yaptığı bilim ancak *görülgünün* bilimi olabilir, dünyası ancak kendi kafasında yarattığı önel bir hiçlik olabilirdi.

Uzayın *saltık* olduğunu ileri süren ve uzayın *görelili* olduğunu ileri süren her iki yan da kendi mantıklarında *eşit ölçüde* haklıdır, çünkü uzay belirli olarak ve belirsiz olarak, ilişkili olarak ve ilişkisiz olarak düşünülebilir. Giderek, her bir yan karşı savın konumuna geçip eşit beceri ile onu da savunabilir. Sorun *şu* ya da *bu* yanını savunmak değildir. Analitik anlık iki yan için de eşit ölçüde yeteneklidir. Mantık her iki yanda da kendini çığnemez, ya da her iki yanda da çığner. Her bir yan kendinde duyumsadığı aynı pekinliğin karşısındaki için de eşit ölçüde güçlü olduğunu görür: İki yan da tartışmayı kazanır, iki yan da yitirir. Ve bu karşıtlık yalnızca uzay ve zamanda değil, ama özdekte, devimde, kütlede, kuvvette, vb., giderek özgürlük ve zorunlukta, hak ve ödevde, tüm kavramlar durumunda vardır. Ve karşıtlık düşüncenin durması, sınırlanması, tükenmesi olmak bir yana, tam tersine düşüncenin deviminin, uslamlamanın ilerlemesinin olanağıdır. Her belirli kavram *salt belirli* olduğu için kapsadığı olumsuzluk kıpısı yoluyla salt kendisi değil ama tam olarak kendi olumsuzlaması, kendi karşıtıdır ve bu karşıtlığın kendisi kendini ortadan kaldırma dinamiğidir: Kavram devinmek için gereken enerjii, gücü kendi içinden üretir. Karşıtlığın dinamiği kendini ortadan kaldırmaktan başka birşey değildir ve bu ortadan kalkış dolaysızca yeni bir moment, yeni bir devimin olanağıdır. Ve bu mantıksal süreç aynı zamanda Realitenin devimidir, çünkü Realite Kavramsız değildir. Hegel'in düşüncenin doğası, yöntemi üzerine bu buluşu hiç kuşkusuz bir böceğin, bir kıtanın, bir yıldızın, bir galaksinin ya da bir atomaltı parçacığın vb. keşfi ile karşılaştırıl-

mayacak denli yüksek, anlamlı ve önemlidir. Ama modern bilincin duyusal pragmatik karakteri ona henüz kendi doğası üzerine bu öz-bilginin önemini kavramada yardımcı olmaktan uzaktır. Bu bilinç sık sık nihilist sürecinde kendini değersizleştirmede, küçültmede, aşağılamada doyum bulur. Saçma olanla, çirkin olanla, erdemsiz olanla özdeşleşmesi onun için daha uygundur çünkü kendisi henüz insanlığını bu negatif-nihilist kategorilerin ötesine geliştirmiş değildir.

Bilimin olanağı evren ve bilinç arasındaki kavramsal iletişime dayanır. Bu birliği örtük olarak doğrulayan bilimsel us evrene onun hakkında dışsal paradigmlar üretmek için yaklaşmaz, ama onun özü olan yasaları bulmak için, evrenin kendisinde *evrensel ve zorunlu* olanı, *ussal* olanı bulmak için, böylece yalnızca ve yalnızca *herşeyde kendini* bulmak için yaklaşır. *Usun kavramı kendinin tüm Realite olduğunun bilgisidir*. Onun gerçeği ya da kavramı *başkalığı* saltık olarak olumsuzlamak, *realitenin* kendisinin özel olarak kavramsal ve böylece ussal olduğunu doğrulamaktır. Doğa araştırması her biçiminde, engin uzaklıklardaki galaksileri gözlerken olduğu gibi mini mini parçacıkları çarpıştırırken de, bilinçsizce de olsa bu birliği varsayar. Evrenin *ussal* özü ya da *kavramsal* yapısı, tüm görgücü sanının tersine, doğanın insan usunun özel bir yaratısı olduğu anlamına gelmez. Yalnızca özdeksel varlığın *anlaşılır ve anlamlı bir yapısı* olduğu, belirlenimsiz ve kaotik bir soyutlama değil ama *belirli bir kozmoz/düzen* olduğu varsayımını anlatır. Ve bu varsayımın tanıtılması felsefenin işidir, pozitivizmin değil. Hiç kuşkusuz modern kozmoloji bugün de henüz *kendinde* evreni eksiksiz olarak kavramış olmaktan uzaktır. Bilimsel görüşteki eksiklikler ve yanlışlıklar insanın yalnızca yanılmayı bildiği, işin gerçeğini hiçbir zaman bilemeyeceği anlamına gelmez. Bilim bir süreç, bir oluş sürecidir, ve Ptolemy ve Kopernik'in, Kepler ve Brahe ve Descartes'ın, Faraday ve Maxwell'in evren tabloları yalnızca usun evrene yüklediği keyfi biçimler değildirler. Bunlar onları kendi başlarına gökten inen birer 'paradigma' olarak gören çocuksu irrasyonalizmin sandığı gibi tüm bilimsel birikimden soyutlanmış ve yalıtılmış tekil buluşlar değildirler. 'Eşölçümsüz' (= kişiye/kümeye özel) 'kavramlara' dayalı *küme* kurguları da değildirler. Ama bu tür solipsist/pozitivist bakış açıları ile ilgilenmek, giderek bir 'eleştirilerine' girişmek düşüncüyü gerçekten de bunların kendileri denli anlamsız ve verimsiz sıkıcı bir uğraşa sürükleyecektir. Değerlerini, yani değersizliklerini görebilmek için yalnızca bu pozitivist anlatıların mantıksal-kavramsal yoksunluklarına bakmak yeterli olmalıdır. Thomas Kuhn'un birbirlerini olumsuzlamayan, birbirlerine dayanmayan, bir süreklilik göstermeyen bilimsel devrimleri inceleyen kitabında paradigmlar ve 'uyarı-duyumu' zincirleri ve 'sinirsel süreçler' arasındaki ilişkilere bile yer varken, buna karşı *kavrama*, *usa* yaklaşan *tek bir satır* bile yoktur. Ve *gelişme* yerine postmodern *türlülük* daha şimdiden oradadır. Süreklilik ve bütünlük kavramlarını anlamayan bu pragmatik bakış açısı 'paradigma/örnek' denilen o bilimsel girişimlerin her birinin bir ve aynı nesnel kavramsal gereç üzerinde harcanan özerk, özgür,

bağımsız bir ön emek üzerine, bir entellektüel *birikim* üzerine dayandığını reddetmek zorundadır. Hiç kuşkusuz süreçteki bütünsel ussal çabayı ve kavramsal sürekliliği görmek için pozitivist kavramsızlıktan, analitik soyutlamacılıktan, katıksız bir görecelikten daha başka bir bakış açısına gerek vardır. Sürecin momentleri olan bilimsel dizgeler, tüm çabalarına karşın zamanı gelmedikçe kendi kısıtlamalarını aşamayan bu kuramlar her biri kavramsal bütüne daha anlaşılır, daha tutarlı, daha tam bir yapı vermeye çabalayan usun mantıksal girişimlerini temsil ederler. Ve süreç salt süreç olduğu içindir ki birinin kopması sürecin kendisinin kopması anlamına gelir. Ptolemy dışlandığında, Kopernik de düşer. Galileo dışlandığında, Newton'a birinci yarasını verecek bir başka Galileo bulmak gerekir. Kavramın deneyim alanı üzerinde yeniden açılımı deneyimin kendisinin değişimine ve gelişimine götürür ve bilimde süreklilik dediğimiz şeyin anlamını sunar.

Görecilik olgulara kavramsal yanlarında değil, ama *özneye* göre *ölçülebilir* yanlarından, yalnızca olguya *dışsal nicelik* bakış açısından bakar. Böylece cetvelin ölçülerinde sağınılığı yakaladığını sanırken gerçekte kavramın sonsuz sağınılığını sonsuza dek yitirdiğini anlamaz. Olguyu Kavramından, Şeyi İdeasından soyutlamak, onları böyle salt dışsal/nicel yanlarına indirgemek pozitivistimin doğasından gelir. Ama bu bakış açısı aslında Nicelik kavramının kendisini de bozar, sözde 'süreklili' dediği, 'uzay-zaman' süreklisi dediği yapıtı paradoksal olarak *sürekliliğin* kendisini ortadan kaldırır — çünkü süreklilik sonsuzluk imler —, ve kavrama ancak *süresiz ölçü* düzleminde anlam ve anlaşılabilirlik bağışlar (değişken ölçü-çubukları ve her biri kendi zamanı ile geçerli sayılan mekanik saatler). Görelilik kuramının bütün matematiksel aygıtı bu önceden belirlenen *öznel* ölçümleri aklamaya uyarlanır. Ve uzay ve zaman kavramları nicel yanlarının dışında göz önüne alınmazlar. Ölçülemeyen 'saltık' olarak görülür ve bir yana atılır.

Gerçekte tüm göreciliğine karşın, özel görelilik kuramının kendisi *iki saltık ilkeye*, biçimdeş doğrusal devimli koordinat dizgelerinin eşdeğerliği ve ışık hızının değişmezliği üzerine dayanır. Ama ironik olarak, özellikle saltık olmaları gereken bu iki ilke de sözcüğün tam anlamıyla saltık olanın tersini anlatırlar. Birincisi açıkça yanlış ve olgu dışı iken (tüm doğal devim ivmelidir), ikincisi ise kuramın tanımlanmış bir sonucu değil ama yalnızca kurama dışsal olarak eklenen bir ölçüdür (buna karşı Maxwell ışık hızının değişmezliğini elektromanyetik kuramın kendi mantığı ile aklar ve yine, mantıksal tutarlılık uğruna, bir dalga doğasında olan ışığın ancak bir ortamda iletilebileceğini bildiği için bir etherin varoluşunu konutlar).

David Bohm görelilik kuramına usun bakış açısından yaklaşır. Kopenhag okulunun usdışı yaklaşımının tersine, gözlemci 'bilincin' atomaltı parçacıklar üzerinde

etkide bulunduğu, parçacıkların algılanıncaya dek varolmadıkları gibi ‘görüşleri’ kabul etmez. Bohm ussal, belirlenimci temellere dayalı bir nice kuramının başlıca geliştiricisidir. Özel görelilik kuramı üzerine de bir ders kitabı yazmıştır ve bunda bütün kuramın en çoğundan geçici bir girişim olduğunu belirtir (*The Special Theory of Relativity*, 1965):

“Einstein’ın özel görelilik kuramı yalnızca genel kurama bir yaklaşıklık sağladığı için bütünüyle doğru olamaz. Ve Einstein genel göreliliği, elektrodinamiği ve ögesel parçacık kuramını yaklaşıklıklar ve sınırlayıcı durumlar olarak kapsayacağını umduğu daha genel ‘birleşik alan kuramı’ için araştırmaya giriştiği zaman, örtük olarak genel [görelilik] kuramın[ın] bile bütünüyle doğru olmadığını kabul etti” (s. 124).

“Gene de, bilimdeki her kuram için geçerli olduğu gibi, göreliliğin sorgulanmaması gereken, hiçbir zaman belli bakımlardan yanlış olduğu, olgulara sınırlı bir yaklaşıklık sunduğu ya da başka nedenlerle sınırlı bir geçerlik taşıdığı gösterilemeyecek zırlı bir pekinlikle donatılı olduğu sanılmamalıdır. Örneğin şimdi görelilik kuramının (hem özel hem de genel) çok küçük (“ögesel” parçacığın varsayılan büyüklüğünden çok daha küçük) uzaklıklar alanına uygulandığı zaman yanlış olabileceğinden kuşkulanan bilim adamlarının sayısı giderek artmaktadır. Bundan başka, öyle görünür ki göreliliğin evrenin varsayılan ‘büyüklük’ düzeninin aşırı ölçüde büyük uzaklıklarına (‘kızıla kayma’nın önemli olduğu yerlere) uygulandığında yeterli olmayabileceği kuşkusunu duymak için nedenler vardır. Ek olarak, görelilik kuramı çok daha başka nedenlerle de çökebilir. Bu yüzden, özellikle yeni bir fenomenler alanına girerken, görelilik kuramını deneysel bir yolda uygulamak, uyanık durup onu eleştirmeye hazır olmak ve eğer gerekirse yerine daha yakın bir doğruluk gösteren bir kuramı geçirmek zorunludur — bir kuram ki, görelilikten tıpkı göreliliğin Newton mekaniğinden ayrı olması denli ayrı olabilir” (s. 109).

Einstein bu soğukkanlılığın üstünde ve ötesindeydi. Çökebilecek bir kuram önermek bütünüyle geçerlidir. Ama daha başından çökmüş bir kuram önermek ... ve bir de onun bakış açısından sağlam olanı yargılamak ... ve bir de bu tutuma neyin olup bittiğini anlamadan alkış tutmak — bunlar budalalığın belirli örneğinin en yakınına gelen tutumlar olmalıdır. ‘Bilim felsefeciliği’ usü reddedişinde kendini yargılama yeteneğini de reddeder. Yargı usun kendisi olan işlevidir.

* * *

Einstein’ın özel görelilik kuramı 1905’te *Devinen Cisimlerin Elektrodinamiği* başlığı altında yayımlandı. Genel kuram daha sonra 1916’da geldi (Einstein Nobel ödülünü görelilik kuramı ile değil, ama nice kuramı alanında fotoelektrik etki üzerine çalışması ile kazandı). Einstein’ın katkısının ne olduğunu tam olarak anlayabilmek için, yüzyılın dönüşü sırasında yer alan gelişmeleri anımsamak

gerekir. Poincaré görelilik ilkesini Paris'te ve ABD, St. Louis'de beş yıl önce bildirmişti (ve Einstein 1905 yazısında Poincaré'nin adından bile söz etmez). Fiziksel nesnelere 'boy kısalması' 1892'de Lorentz ve Fitzgerald tarafından Michelson-Morley deneylerine bir açıklama getirmek üzere ileri sürülmüştü. Bir ışık kaynağı ile göreliliğin devimin sonucu olarak 'zaman genişlemesi' 1900'de J. Larmor tarafından ileri sürülmüştü ve formülasyon Einstein'ın kuramında kullanılan ile aynıdır. 'Mişli geçmiş' kipinde sürdürmek zorundayız. Devinen parçacıkların 'kütle artışı' 1901'de Kaufmann tarafından keşfedilmişti ve görelilik kuramının bir sonucu değildi. A. Pais ve Lorentz bu kütle artışı için matematiksel formülasyonlar ileri sürmüşlerdi ve bunlar da Einstein'ın kuramında yer alırlar. $E = mc^2$ formülü Einstein'dan yıllar önce Lorentz, Poincaré, Langevin ve başkaları tarafından ileri sürülmüştü, çünkü açık bir matematiksel çıkarılamaydı. Işığın değişmez bir hızla yayılması olgusu ise on yedinci yüzyıldan bu yana sürekli olarak daha büyük sağınlık kazanan ölçümlerle saptanmıştı ve Maxwell'in elektromanyetik ve optik olayların yayılım hızlarının bir ve değişmez olduğunu göstermesi ether kuramının mantıksal sonucuydu (Einstein'da c 'nin değişmezliği savı bir etherin yokluğunda bütünüyle keyfidir ve sözde kuramının bir çıkarılaması değil, ama ona dışarıdan getirilen bir sayıdır).

Einstein'ın katkısı bu bütün görgül ve kuramsal birikimi uzay ve zaman kavramlarının dışına çıkarmak, böylece özdek ve yerçekimi kavramlarını da dışlayan sözde 'geometrik' bir bakış açısından yorumlamak oldu. Ama, kitapçığımın daha başında anlaşılacağı gibi, Einstein'ın 'geometri' dediği 'fizikselcilik' bir geometri olabilecek en son şeydir: Kartezyen koordinat dizgeleri ile anladığı şey, bütünüyle ciddi olarak, *fiziksel çubuklar* yoluyla 'kurulan' bir koordinatlar dizgesidir! Çubuklar eğrilince Descartes'ın koordinat dizgesi ve onunla birlikte Öklides'in geometrisi de bozulur! Ya da 'non-Euclidean' geometri denilen bir parodiye çevrilir. Görelilik kuramını *ölçümler* doğrular — sanki Pisagor Teoremini de ölçümler doğrulamış ve tanıtlamış gibi.

Pozitivist bilincin sözde *kuşkuçuluğu* gerçekte *inakçılıktır*. Tanıtlanmamış olana, her türlü mantıksal hileye izin veren *Gedankenexperiment* oyunlarına dayanarak ussal tanıtlanma olanağının kendisini reddeden görecilik bugün başlıca Birleşik Devletler'de olmak üzere yaygın bir akademik parodiye dönüşmüştür. 'Yeni Fizik' de denilen bu kuramı nitelemeye en az uygun olan terim rasyonalizmdir. En uygun olanı irrasyonalizmdir. Eğer 'usdışı' anlatımı bir suçlama olarak görülecek olursa, 'usu' yadsımının 'usdışı' nı doğrulama olduğunu çıkarsamak bir haksızlık yapılmadığını görmek için yeterli olmalıdır. Neden-sellik, süreklilik, sonsuzluk gibi kavramları reddeden, 'sonuç nedeni önceler,' 'uzay dört ya da daha çok boyutludur,' 'birden çok zaman boyutu vardır,' 'uzay sonludur ve küreseldir' gibi bildirimleri öne süren bakış açılarının 'ussal' olduğunu söylemek ne dediğini bilmemektir.

Einstein'ın görgücülüğü modern dönemde *pozitivizm* (daha doğrusu, *man-*

ttksal pozitivizm) olarak bilinen kuşkucu bakış açısından köken alır. Bu görüşe göre, bilim her tür *kuramcılıktan* kaçınmalı, yalnızca ‘gözlem ve tahmin’ ile, ‘olasılık ve istatistik’ ile yetinmelidir, çünkü pozitivist Carnap-Popper vb. bakış açısının da gözünden kaçmadığı gibi, gözlem ve deneyim ancak *tümevarımlara* izin verir, ve tümevarım ise evrensel ve zorunlu *yasalar* için temel alınmaz. Bu ‘büyük’ buluş Viyana Çevresinden Popper’a, Wittgenstein’dan Kuhn’a tüm pozitivist şamatanın temelinde yatar. Bu bakış açısından, gerçeklik/yanlışlık değil ama yalnızca “doğrulanabilirlik/yanlışlanabilirlik” vardır: Ya da kuram ve pekinlik değil, ama olasılık ve istatistik. Yanlışlanabilirin ötesinde insan çenesini kapamalı, söylenemeyenin karşısında susmalıdır. Bir kez daha, sorun kuramın ‘yanlış’ olması ile ilgili değildir. Sorun gerçeklik savında olan kuramın olanağını ilgilendirir. Ve kuşkuculuk bu olanağı yadsır. Bu temele dayanan bilimde kuram, anlam, gerçeklik kavramlarını bir yana atma, kaotik bir düşüncesizliği yeğleme eğilimi ağır basar. Nobel fizik ödüllü bir başka bilim adamının, Steven Weinberg’ in şu sözleri eğilimi temsil edicidir:

“Önemli olan şey gökbilimcilerin fotoğraf levhaları üzerindeki imgeler üzerine, izge çizgilerinin sıklıkları vb. üzerine tahminler yapabilmektir, ve bu tahminleri yerçekimi alanlarının gezegenlerin ve fotonların devimleri üzerindeki fiziksel etkilere mi yoksa bir uzay ve zaman eğriliğine mi yüklediğimiz hiçbir önemi yoktur” (*Gravitation and Cosmology*, s. 147).

“Eşzamanlı evrenler çokluğu,” “gözlemin varoluşu belirlemesi,” “zamanın başlangıcı,” “uzayın sonu,” “özdeğin yokluktan yaratılışı,” “kütlesiz parçacık,” “Bilinçli Evren” (bir yazarın — MIT, Ph.D. — kitap başlığı), ya da “bilinçli dalga boyu,” “nice kuramının anlığı evrenle birleştirmesi,” “doğanın saçmalığı,” “insan anlığının realiteyi denetlemesi.” Ya da: “Life on Earth started with a quantum jump/Dünyada yaşam bir nice sıçraması ile başladı,” “Free will and consciousness are due to quantum mechanics/özgür istenç ve bilinç nice mekaniğine bağlıdır” vb. vb. Bu anlatımlar yalnızca kıyasal bir eğilimi temsil etmezler. Birleşik Devletler’de en saygın ‘bilimsel’ dergilerde yayımlanırlar, Nobel ödüllü ‘bilimcilerin’ kitaplarında bulunurlar, temel fizik ders kitaplarında öğrencilere öğretilirler. Durum nice kuramı alanında en ödünsüz misolojiyi kiskandıracak bir irrasyonelizmi sergiler. Bu irrasyonelizmi temsil eden bir birkaç alıntı yapabiliriz. Heisenberg Şöyle yazar (*Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, 1966, s. 88): “Nedensellik yasası bundan böyle nice kuramında uygulanmaz” :: “The law of causality is no longer applied in quantum theory.” Neden kavramı usun kendisidir, öyle bir düzeye dek ki, nedenselliği siler silmez evrenin kendisi şizofrenik olur. Ve ‘kaos kuramcılığı’ adı altında evren adına bunun da kabul edildiğini görürüz. Nice kuramcısına göre hiçbir neden yoktur, varolan yalnızca tansıktır. Daniel Greenberger *Discussion remarks at the Symposium on Fundamental Questions in Quantum Mechanics*’de bunu

doğrular: “Nice Düzenekbilimi Büyüdür” :: “Quantum Mechanics is Magic.” Ve daha yakınlarda, Kopenhag yorumunu izleyen Nobel ödüllü Richard P. Feynman’ın vargısı şudur: “Nice elektrodinamik kuramı Doğayı sıradan sağ duyunun bakış açısından saçma olarak betimler. Ve deneylerle tam bir anlaşma içindedir. Böylece umarım Doğayı olduğu gibi kabul edebilirsiniz — saçma olarak” :: “The theory of quantum electrodynamics describes Nature as absurd from the point of view of common sense. And it agrees fully with experiments. So I hope you can accept Nature as she is — absurd” (*The Strange Theory of Light and Matter*, 1988, s. 10).

Bu saçma yorumların aslında hoş oldukları bildirilir: “EPR^{NOT4} deneyi büyüye bildiğim herhangi bir fiziksel fenomen denli yakındır, ve büyüden yararlanmak gerekir” :: “The EPR experiment is as close to magic as any physical phenomenon I know of, and magic should be enjoyed” (N. David Mermin, “Is the Moon There when Nobody Looks? Reality and the Quantum Theory,” *Physics Today*, Nisan 1985, s. 47).

Bu kavramsız, bu mantıksız, bu postmodern kafa karışıklığı ortamında her türlü saçmalık ‘bilimsel’dir, çünkü bilimin mitolojiden ya da masallardan bir ayrımı yoktur, ve herşey geçerlidir. Ama bu ıvır zıvır reddedildiğinde bu sözde çığır açıcı ‘bilim adamları’ kendilerini ‘tutucu’ bir direnç karşısında görürler ve Ptolemi ve Kopernik dizgeleri arasındaki ayrıma bağlı tarihsel çatışmaları, ya da giderek Galileo’nun Engizisyona karşı savaşımını anımsatırlar! Ama gözden kaçırdıkları özsel ayrımlar vardır. Kopernik dizgesi Ptolemi’nin dizgesini reddetmeyip olduğu gibi kabul etti, ve yalnızca bakış açısını değiştirerek Ptolemi’den önce de ileri sürülmüş olan günözeksel bakış açısına geri döndü. Görüngüler bütünüyle aynı kaldı. Öte yandan, bir diyalektik ustası olan Galileo Us adına ve Us uğruna çalışır çabalarırken, bilimsel anarşistlerin savaşımı açıkça usdışı adınadır — tıpkı andırımı olarak yakındıkları Katolik Engizisyonun kendisi gibi. Bu modern keşişliğe sık sık yer veren ‘*Scientific American* Yeni Fiziğin sayısız örneklerini sunar. Birini okuyabiliriz (1990, Ekim, s. 82):

“*Çoğul Evrenler Kuramı*: Princeton Üniversitesinden Hugh Everett III bu kuramı 30 yıl kadar önce nice kuramında gözlemcinin rolü ile ilgili soruları çözmek için ileri sürdü. Nice fiziğine göre, örneğin elektron gibi bir parçacık çok sayıda yolu aynı zamanda izliyor görünür, ve gene de bir fizikçi elektronu gözlediğinde onu yalnızca tek bir yolu izlerken bulur. Almaşık yolların ortadan kaldırılış tarzından rahatsız olan Everett elektronun gerçekte tüm yolları izlediği gibi bir öneride bulundu — yalnızca yollar değişik evrenlerde olmak üzere. — *Çoğul Tarihler Kuramı*. Santa Barbara’da Kaliforniya Üniversitesinden James B. Hartle ve Kaliforniya Uygulayım Bilim Kurumundan Murray Gell-Mann ise Everett’in kavramını bütün evrene genişlettiler. Big Bangın hemen ardından, Hartle’a göre, evren öylesine küçüktü ki, değişik yollar

izleyen bir atomaltı parçacık olarak görülebilirdi. Hartle ‘tarihler’ terimini ‘evrenler’ terimine yeğler, ve Everett’in tersine, almaşık yolları olgusalıklar olmaktan çok ‘gizlilikler’ olarak düşünür. — *Kaotik Genişleme*. Sovyet fizikçisi Andrei D. Linde evrenin yaklaşık 10^{-35} saniye aşamasında kaotik bir köpük olduğu kuramını ileri sürer; değişik bölgelerin değişik fiziksel özellikleri vardı ve değişik zamanlarda genişlemeye, kısa ama olağanüstü bir büyüme fişkirmasına uğradılar. Genişlemeden sonra bölgeler öylesine engin uzaklıklar tarafından ayrıldılar ki, büyük ölçüde birbirlerinin etkileri dışında kaldılar. Sonuçta ayrı ayrı kozmozlar oluştu. — *Kurtdelikleri*. Cambridge Üniversitesinden Stephen W. Hawking, Harvard Üniversitesinden Sidney R. Coleman ve başkalarına göre nasıl elektronlar birdenbire bir noktadan bir başkasına ‘tünellebiliyor’ ise, uzay-zamanın kendisi de bunu yapabilir. Uzay-zamanın tünellemesi ya aynı evrende başka noktalara ya bebek evren denilen *cul-de-sac*lara [= çıkmaz sokaklar; burada: tüp dipleri] ya da bizimki denli büyük başka evrenlere götüren kurtdelikleri yaratır. — *Kendin-Yap Evreni*. Massachusetts Uygulayım Bilim Kurumundan Alan H. Guth laboratuvarında bir evren yaratmanın olanaklı olduğunu düşünür. Görevin bir tencere dolusu özdekten biraz daha çoğunu gerektireceğini söyler. İşin güç yanı özdeği bir karedelik durumundaki yoğunluklara dek sıkıştırmak ve her nasılsa genişlemesini sağlamak olacaktır — tıpkı *Big Bang* yer aldığı zaman evrenin yapmış olduğu gibi. “Bunu bir mühendislik problemi olarak düşünmek isterim,” diye belirtir Guth, “gelecekteki bir uygarlık tarafından çözülmesi olanaklı bir problem olarak.””

Schrödinger 1952’de şunları yazdığı zaman bilimcilik görelilik olarak çok daha az sağlıklı bir durumdaydı:

“Fizik ağır bir düşünceler bunalımı içindedir. Bu bunalım karşısında, birçokları [Kopenhag okulu] olgusalığın nesnel bir tablosunun olanaksız olduğunu ileri sürerler. Bununla birlikte, aramızdaki iyimserler (ki kendimi onlardan biri sayıyorum) bu görüşe umutsuzluktan doğan felsefi bir aşırılık olarak bakarlar. Umuyoruz ki şimdiki düşünme dalgalanmaları yalnızca eski inançların bir altüst oluşunun belirtileridir ve sonunda bugün konumuzun kuşatan formüller dağınıklığından daha iyi birşeye götürecektir.”

* * *

Bilimsel nesnellığı çiğneyen kafa yapısı bilimsel dürüstlüğü de çiğner: Usdışı bir etik yoktur. Einstein özel görelilik ilkesini ilkin Poincaré’den ve başkalarından öğrendi. İlkenin yanlış yorumu ilkeye el koyma ile dolaysızca ilgilidir. Tıpkı Newton’un Kepler’e ve Descartes’a ve başkalarına borcunu örtbas etmesi gibi, o da öncellerine haklarını teslim etmekten kaçındı, giderek sık sık kendini güç durumlara düşürme pahasına bu eğrilik tutumunda diretti. Lorentz bir 1904

yazısında Poincaré'nin devinen cisimler açısından elektriksel ve optik fenomenlere ilişkin kuramın tutarsızlığını gördüğünü anlatır. Michelson-Morley deneylerinin olumsuz sonuçlarının dikkate alınması ve ışık hızının değişmezliğinin kurama katılması gerektiği açıktır. Kısaca, elektromanyetik eylemler dizgenin deviminden bağımsız olarak alınmalıdır. Einstein'ın 1905 özel görelilik yazısı iki konutlamayı da kabul eder ve "ışık etherinin gereksiz" olduğunu belirtir. Ama ne Michelson-Morley deneyine ne de Poincaré ve Lorentz'e herhangi bir gönderme vardır. Einstein aynı yazısında etherin gereksizliğini, bir yana atılması gerektiğini ileri sürer. Ama daha sonra görüşünü değiştirir, ve fiziksel etherin genel görelilik için *vaz geçilemez* olduğu konusunda uzun uzadıya yazar, konuşmalar yapar. Ve sonra yine etheri silip atar. Tensör kalkülüs konusunda da aynı kararsızlıklar görülür. *Gedankenexperiment* denilen şeyler hilelerle dolup taşar. Ve göreliliği doğrulayan tarihsel/klasik deneylerin kendileri de. Münih Üniversitesi Gözlemeviden Schmeidler "The Einstein Shift — An Unsettled Problem" başlıklı bir yazı ve ayrıca 1922 güneş tutulması için 92 yıldızın kaymalarını gösteren bir tablo yayımladı (F.Schmeidler, *Sky & Telescope*, 27 (4), 217; 1964). Kaymalar her yöne dağılmıştır, ve pekçoğu beklenen kaymanın kendisi kadar büyük miktarlarda ters yönlere gider. Başlangıçta görelilik kuramını doğruluyor olarak yorumlanan 1919 ve 1922 verilerinin daha öte yoklanması daha büyük bir kaymanın olduğunu, bu yüzden ölçümlerin küçültüldüğünü ve giderek birçok yıldızın hesaplardan atıldığını gösterir. Vb.

Görelilik kuramını *ölçümlerin* doğrulaması gerekir çünkü duyuşsal-algı üzerine dayanır. Onu doğrulayacak bir Us yoktur. Ama görelilik kuramının ölçümleri bile her zaman yalnızca hileli, ayarlı, bozuk, ya da en iyisinden yaklaşık ölçümler tarafından doğrulanmalıdır — ölçme aletlerinin değil, insan etiğinin yetersizliğinden ötürü. *Realite ussaldır*, yani kurama göre, yasaya göre davranır, ve gerçek kuramın, Realiteyi kavramsal yapısında *yeniden kuran kuramın* belirlediği ölçümlerin dışına çıkma gibi bir özenç yeteneği taşımaz. Elektron ona belirlenimini, biçimini (kütle, devim, konum, çevrim, enerji) veren kavramsal özünün bağıntılarını, *doğa yasalarının* kendilerini çiğneme gibi bir keyfilik, bir tansık göstermez.

* * *

Törel ve bilimsel düşünce yapıları arasında bir koşutluk var mıdır? Us bir yanıyla doğru ve öte yanıyla eğri olabilir mi? *Bilimsel değerleri çiğneyen kafa yapısı insan değerlerini de çiğner*, çünkü her iki yan da, kuramsal olduğu gibi kılışsal bilgi de bir ve aynı özgür, nesnel ussal çıkarsama yetisi yoluyla kazanılır, ve kuramsal bozukluk insan usunun bütünlüğünden ötürü aynı zamanda kılışsal bozukluktur. Heisenberg yalnızca 'bilimsel' irrasyonalizmin değil ama 'törel' irrasyonalizmin de çarpıcı bir örneğini sunar. Kuramsal indeternizmi savunması kılışsal olarak Nazi köleliğini desteklemesi ile birlikte gider. İkinci Dünya

Savaşı sırasında Hitler Almanyasında kalmayı yeğleyen bilim adamları ile birlikte Nazi rejimi için çalıştı. Führer için nükleer bombanın yapımı başlıca amacıydı. Ama başarısızlığı insanlık için paha biçilmez bir şans oldu. Heisenberg tüm kuramsal yeteneğine karşın dikkatsiz bir insandı. Yarılma tepkimesi için gereken kritik kütleyle 96 ton olarak hesapladığı söylenir (yaklaşık 50 kg yerine). Bu başarısızlık daha sonra Alman bilimcilerinin “duyunçulu, ilkel seçimleri” olarak bildirildi. Heisenberg suçlanmadı. Suçunu kanıtlayan bulgular Avrupa’nın gizli belgeler arşivine kaldırıldı ve savaştan sonra Avrupa’da kendisine onurlu bir konum sunuldu (CERN).

Matematik ve Diyalektik

Doğa sonsuz büyüklüğünden sonsuz küçüklüğüne dek *Nicelik* kategorisinin *biçimini* taşır, öyle ki bu kategori altında durmayan hiçbir özdeksel varoluş yoktur. Uzay ve Zaman ve Özdek *dışsal* ya da dilersek *reel* Niceliktir, ve saltık olarak tüm Devim *dx, dy, dz, dt* belirlenimlerinin anlak tarafından anlaşılması olanaksız diyalektiğini sahneler. Düşünmeyen görgül fizikçi diyalektiğin realiteyi hiç ilgilendirmeyen öznel bir oyun olduğu sanısı içindedir. Ve bu anlayışsızlık içinde, *Sonsuzu* ilgilendiren tüm bu *dx, dy, vb.* gibi belirlenimlerin gerçek Kavramları *Nice* ya da *Quantum* dediğimiz *sonlu nicelikler* geçirilir. Eğer buna matematik denecekse, o zaman matematiğin *kavramsal olmadığı* da kabul edilmelidir. Ve görgücülüğün (ve Einstein’ın tüm kuramının ‘felsefi’ temelinin) *kavramsalı* doğrulama yeteneği yoktur çünkü görgücülüktür, duyusal-algı üzerine dayanır.

Us matematik tarafından tanımlanamaz. Tersine, matematiğin kendisi usun bir belirlenim alanıdır ve saltık soyutlamadan daha çoğu olmayan olan *nitel* Bir salt kendi *mantığı* yoluyla Nicelik kavramını üretir ve aynı mantık yoluyla daha öte belirlenim ve açınımlarını kazanır. Bir bilim olarak matematik tüm bilimler gibi *duyusal* algının ya da *sezginin* değil ama insan *usunun* yeteneğidir. Başka bilimlerde durumunda olduğu gibi, bir bilim düzeyine yükseltilişini, Einstein’ın barbarca ‘katı ölçme-çubukları’ yönteminin ötesinde ve üstünde *kuramsal* bir yapı olarak örgütlenişini, temellerini ve gelişimini *kavramsal* düşünceye borçludur. Modern dönemde özellikle mekanik alanında vazgeçilmez olan ve temelleri Helenik geometri ve İslamik cebir ve trigonometri üzerine dayanan analitik geometri ve kalkülüsü ürettenler ve onları Euler, Lagrange, Carnot ve eşit ölçüde yetenekli daha başka matematikçilere teslim edenler de felsefecilerdi — *Descartes* ve *Leibniz* ve *Pascal*, ve fiziğini ‘doğal felsefe’ olarak gören *Newton*. Kalkülüste tüm sorunun özü *dy/dx* oranını, sonsuz küçüklerin oranını *eytimsel* doğasında *kavramaya* dayanıyordu, ve beklenebileceği gibi, kavrayış doğar doğmaz ilk tepki görgücülerden geldi. Berkeley başta olmak üzere görgücülük izlenimlere, algılara vb. indirgenemeyen bu kavramsal bağıntının *varlığını* reddetti. Einstein daha sonra yalnızca aynı analitik anlak tutumunu yinelemekten

başka birşey yapmadı. Ama modern matematik eğitimi de bu diyalektiğin ve kalkülüs için saltık öneminin en küçük bir bilincini göstermez. Sanki dy/dx anlatımında hiçbir sorun, hiçbir çatışkı yokmuş gibi davranır. Sonsuz küçüklük ve sonsuz büyüklük kategorileri ile ne yapacağı konusunda *en küçük bir bilinci yoktur*. Yalnızca anlamadığını reddetme zahmetine girmez. Matematikte bu çelişkinin kavrayışı olmaksızın insan usu ölü bir düzenek gibi, bir hesap makinesi gibi işler, ve pragmatik eğitim yalnızca önüne sunulanları kavramaksızın bellekle, ezberlemekle ve onlardan elde edilen sonuçların yararlığı ile, sonuçlarla ilgilenir.

Görgücülüğün matematiği de deneyimsel olan üzerine, ya da daha iyisi, duysal-algı üzerine dayandırması gerekir, çünkü genel olarak kavramsal olanın kendisini görgül temeller üzerinde türetir. Hilbert "Sonsuz Üzerine" başlıklı yazısında sonsuzluk kavramında yatan eytişimsel sorunların nasıl 'fiziksel' olgular ve 'özdeksel' şeyler tarafından bir karara bağlandığını göstermeye çalışır (1925; *italikler* sonradan): "Kuramımın hedefi en temel anlamda matematiksel yöntemlerin pekinliğini sağlamaktır. ... Dikkatli bir okur matematik yazınının kaynaklarını *sonsuzda* bulan *ahmaklık* ve *saçmalıklarla* dolup taşıdığını bulacaktır. ... [B]aşarı gerçekte özeldir, çünkü matematikte de başka yerlerde olduğu gibi *başarı en yüksek mahkemedir* ki kararlarına herkes boyun eğer."

Hilbert'in kuramsal amacı matematiği her nasılsa sonsuzluk kavramına bağlı 'ahmaklıklardan' kurtarmak ve bunu her nasılsa yöntemsel bir pekinliğe ulaşılarak başarmaktır. Bu anlaşılır birşeydir. Ama matematikte de 'başarı'nın son yargı konumu olarak kabul edilmesini, pragmatizmin ağır basması gerektiğini ileri sürmek yürek ister. Ve Hilbert yürekliydi. Yalnızca yüreğinin ne için attığını bilmiyordu ve tüm kuşkuculuğa meydan okuyarak, "*Bilmeliyiz, bileceğiz*" :: "*Wir müssen wissen, wir werden wissen*" diyen de oydu. Ama tüm başarılarına karşın, başarının son yargıç olmadığını, tersine, başarıyı onaylayanın *us* olduğunu, bakış açısının belirleyici olduğunu göremedi. Ve kendi bakış açısı analitik, fizikselci, sezgiciydi — ele aldığı sorunlar karşısında saltık olarak umutsuz bir bakış açısı (ki yine görgücülük temelinde 'bilgi' umudeden bir 'deha'ya özgüdür). "[Bu] gözlemlerin biricik amacı *sonsuzun doğasının* belirleyici durulaştırmasının yalnızca özelleşmiş bilimsel ilgilerin alanına ait olmak yerine *insan anlayışının kendisinin vakarı* için gerekli olduğu olgusunu göstermektir."

Hiç kuşkusuz, sonsuzun kavramı salt matematiksel bir sorun yaratmakla kalmaz, ama doğal bilincin de bu konuda işin gerçeğini anlamaya hakkı vardır. Ve Hilbert'e göre işin gerçeği matematiğin, aslında tüm bilimin, tüm insanlığın sonsuzluk kavramından *kurtulması* gerektiği, çünkü böyle bir şeyin varolmadığı ve varolmaması gerektiğidir. Yazı bu hedefe doğru ilerler. "Sonsuzun doğasını durulaştırma işine dönmeden önce, kısaca sonsuza *edimsel* olarak hangi anlamın verildiğini belirtmeliyiz. İlk fizikten ne öğrenebileceğimize bakalım. Kişinin doğal olaylar ve özdek konusundaki ilk saf izlenimi *kalıclılık, süreklilik* izleni-

midir.” Matematik fizikten de birşeyler öğrenmelidir, çünkü görgül yönteme inanıyoruz! Burada *kötü* terimin ‘süreklilik’ olduğuna dikkat etmeliyiz. Ve ‘süreklilik’ten kurtulmanın uzay, zaman konusunda, özdek vb. konusunda bunların *fiziksel noktalar*dan oluşmuş olduklarını söylemek anlamına geldiği görülecektir. Hilbert bunu daha da açık olarak ve vurgulu olarak belirtecektir, çünkü amacı sonsuz küçüklüğün sifra gitmesinin, yitmesinin önüne geçmektir. Bunun için Nicelik kavramına özgü *süreklilik* kısıpını terketmek, ve tek-yanlı olarak *kesiklik* kısıpını ileri sürmek gerekir: Doğa yalnızca *sıçramalar* yapmalıdır. Burada bundan böyle düşünen bir çocuktur bile diyemeyiz, çünkü küçük çocuk anlayışı bile sonsuzun bir sınırtaşı ile sonlandırılmayacağını bilir. “Bir parça metali ya da belli bir hacımdaki sıvıyı irdelediğimiz zaman, sınırsızca bölünebilir oldukları, en küçük parçalarının bütün ile aynı özellikleri sergilediği izlenimini ediniriz. Ama özdek fiziğini araştırma yöntemlerinin yeterince inceltildiği her yerde, bilimciler çabalarının eksikliğinden değil ama şeylerin doğasının kendisinden doğan *bölünebilirlik sınırları* ile karşılaşmışlardır. Buna göre giderek modern bilimin eğilimini sonsuz küçükten kurtulma olarak bile yorumlayabiliriz. Eski *natur non facit saltus*, ‘doğa sıçramalar yapmaz’ ilkesi yerine, giderek karşıtını ileri sürebiliriz: ‘doğa sıçramalar yapar.’ “Tüm özdeğin ‘atomlar’ denilen ve bileşimleri ve bağıntıları tüm mikroskobik nesnelere türlü türlü üreten çok küçük yapı taşlarından oluşmuş olduğu yaygın olarak bilinir. Gene de fizik özdeğin atomsallığında durmadı. Geçtiğimiz yüzyılın sonunda ilk bakışta çok daha tuhaf görünen elektrik atomsallığı ortaya çıktı. O güne dek bir sıvı olarak düşünülmüş ve sürekli etkin bir etmenin modeli olarak görülmüş olan elektriğin o zaman pozitif ve negatif *elektronlardan yapıldığı gösterildi*. ... [E]nerjinin bile sonsuz bölünebilirliği koşulsuz olarak kabul etmediği doğrulanmıştır. Planck enerji nicelerini keşfetmiştir.” “Bu yüzden, sonsuz ölçüde küçük olanı olgusallaştırmak için gerekli olan bölünebilirlik türünü kabul eden türdeş bir sürekli kendilik [*continuum*] olgusallıkta hiçbir yerde bulunmaz. Bir süreklinin sonsuz bölünebilirliği yalnızca düşüncede varolan bir işlemdir. Yalnızca bir düşüncedir ki gerçekte doğa üzerine gözlemlerimizin ve fiziksel ve kimyasal deneylerimizin sonuçları tarafından çürütülür.”

Bu uslamlamayı sürdürerek, uzayın büyük ölçek sonsuzluğunun da deney ve gözlemler tarafından çürütülmesini beklemeye başlarız, çünkü *süreklilik* kavramı sonsuzluğun, en azından can sıkıcı bir yinelemeyi imler. Ve Hilbert ‘düşünce deneylerine’ değil ama ‘görgül’ deney ve gözlemlere bir geometriciden beklemeceğinden çok daha fazla güvenir:

“Sonsuzun doğada bulunup bulunmadığı sorusu ile karşılaştığımız ikinci yer bir bütün olarak evrenin irdelemesidir. Burada sonsuz ölçüde büyük birşeyi kapsayıp kapsamadığını belirlemek için evrenin genişliğini irdelememiz gerekir. Ama yine burada modern bilim, özellikle gökbilim, soruyu yeniden açmış

ve çözmeye çalışmaktadır — metafiziksel kurgunun özürlü yöntemi ile değil, ama deney üzerine ve doğa yasalarının uygulaması üzerine dayalı nedenler yoluyla. Burada da sonsuzluğa yönelik ciddi karşıçıkışlar bulunmuştur. *Öklides* geometrisi zorunlu olarak uzayın sonsuz olduğu konutlmasına götürür. Ama Öklides geometrisinin gerçekten de tutarlı bir kavramsal dizge olmasına karşın, bundan Öklides geometrisinin olgusalılıkta edimsel olarak geçerli olduğu sonucu çıkmaz. *Uzayın Öklides geometrisine uygun olup olmadığı ancak gözlem ve deney yoluyla belirlenebilir.* Uzayın sonsuzluğunu arı kurgu yoluyla tanıtlama girişimi kaba yanılgılar kapsar. Belli bir uzay parçasının dışında her zaman daha çok uzay olması olgusundan yalnızca uzayın *sınırsız* olduğu sonucu çıkar, sonsuz olduğu değil. Sınırlanmamışlık ve sonluluk bağdaşabilirlerdir. *Eliptik* denilen geometride, matematiksel araştırma doğal bir sonlu evren modeli sunar. Bugün Öklides geometrisinin terkedilmesi yalnızca matematiksel ya da felsefi bir kurgu değildir, ama başlangıçta evrenin sonluluğu sorusu ile hiçbir ilgileri olmayan irdelemeler tarafından ileri sürülmüştür. Einstein Öklides geometrisinin terkedilmesi gerektiğini göstermiştir. Einstein kendi yerçekimi kuramının temelinde, evrenbilimsel soruları ele alır ve sonlu bir evrenin olanaklı olduğunu gösterir.” ... “Evrenin sonlu olduğunu iki açıdan, e.d., sonsuz ölçüde küçük ve sonsuz ölçüde büyük açısından saptadık.”

Bu görüşler yirminci yüzyılın en iyi geometricilerinden biri olarak, kimilerine göre giderek en iyi geometricisi olarak bilinen bir insana aittir. Ve evrenin *sonlu* olduğunu doğrulayan, sonsuzluğu ve sürekliliği *gereksiz*, giderek *zararlı* kavramlar olarak bir yana atan bu bakış açısı, bu ussal sakatlanmasına karşın, matematik yapmayı sürdürür. Bu usun bir tansığıdır. Ya da kurnazlığı dediğimiz şeydir. Newton da uzayı Tanrının *sensoriumu* olarak görmesine, yaşamının daha büyük bölümünü imbik ve kazanlarla simya deneyleri yaparak geçirmesine, İncil'deki peygamberlikleri doğrulamaya çalışmasına karşın, geometrisiyle bütünüyle ussal tanıtlamalar vermeyi başardı. Gene de *Principia* ve *Opticks* birer us enkazıdır, ve bunun nedeni düşünceye, kavrama karşı kendini kollama kaygısıdır.

Aynı yazıda Hilbert Cantor'un sonlu-ötesi sayılarını tüm bu kendi yaklaşımını alaya alan bir tonla savunur, ve tema bütün yazının ağırlık noktasını oluşturur. Birçoklarının bir sınır koyup ötesine geçme işleminin, salt can sıkıcı bir yinelenmeden oluşan bu kötü nicel sonsuzluğun tek-yanlı doğasını anlamaya başladığı bir dönemde, Hilbert sürekliliği yalnızca geometriden değil ama insan usunun kendisinden atmayı önerir. Kant bu kötü sonsuzluğun, ne uzay ne de zaman için geçerli sayılmayacak bu tek-yanlı *süreksizliğin* tek başına alındığında ve *sürekliliğe* karşısav olarak koyulduğunda, birincinin tıpkı ikincisi denli geçersiz (ya da geçerli) olduğunu ve usun bu çatışkıdan kaçınmayacağını ileri sürmüştü. Hegel çözümün iki belirlenimin birliğinde yattığını gördü. Ama Hilbert ne çatış-

kının bilincini gösterir, ne de karşıt belirlenimlerin birliğinin. Belirlenimlerden yalnızca birini doğrular. Böylece sonsuza doğru küçülmeyi nice sıçramalarında ve bölünemez atomlarda durdurduktan sonra, sonsuza doğru büyümeyi Cantor'un 'sonlu-ötesi sayıları'nda durdurur. Sonsuzluk küçüklük boyutunda olduğu gibi büyüklük boyutunda da sınırlanmalıdır: "Hiç kimse bizi Cantor'un bizim için yaratmış olduğu cennetten kovamaz." Ve yazı daha sonra bu tutarsızlığın aslında hiç de bir tutarsızlık olmadığı, çünkü *düşüncenin* ve *şeylerin* 'iki' ayrı alan oldukları vb. gibi açıklamalarla sürer: Matematik olgusalılığı ilgilendirmez. Ama matematiği çürütmenin kendisi *görgül deney* ve *gözlem* yöntemiyle başarılı! Bu tutarsızlıklar yazarın doğal bilincinden hiç kuşkusuz gizlenemezler. Yazı bir "cennet" uğruna yazılmış görüne de, heyecanını yitirmiş, tamamlanmadan bırakılmış ve daha sonra bir daha ele alınmamıştır.

Einstein, Hilbert'in tutumu ile uyum içinde, hiçbir zaman *sonsuz küçüklüğü* dikkate almadı, ve soruna "fiziksel olarak iyice tanımlanabilen *ds* uzaklığı" (ÖGGK, § 25) gibi *duyusal*, aslında *barbarca* anlatımlarla yaklaştı. Gerçekten de görgül/duyusal 'yöntem' hiçbir zaman '*ds*' gibi sınır değerleri, sonsuz küçüklükleri ele alamaz, ve *dy/dx* anlatımını ancak fizikselleştirerek anladığını sanır. Ama, eğer ciddi olacaksak, ve hiçbir eğretilene olmaksızın konuşacaksak, bu yaklaşımdaki 'matematik' tasarımı *matematik kavramı* ile hiçbir ilgisi olmayan bir *tahta çubuklar yapısıdır*.

Hilbert'in *sonsuzluk* kavramını önce matematikten, sonra bilimden, sonra insan usundan silip atmak istemesi bir çatışkı karşısında kalan analitik usun bütünüyle doğal tutumudur. Hilbert "Matematik yalnızca mantık üzerine kurulamaz" der ve bu konuda Dedekind ve Frege ile anlaşmazlık içindedir. Gerçekten de eğer mantık ya da us bu 'mantıkçıların' kafalarındaki öznelik olsaydı, tüm saçmalıklarına karşın yalnızca bu konuda bile olsa Hilbert ile anlaşmamız gerekirdi. Ama iki kampın da mantık konusundaki anlayışları birbirlerinden daha iyi değildir. Her ikisi için de mantık olgusalılık ile, fiziksel evren ile ilgisizdir. Her ikisi için de mantık doğal usa keyfi kurallar kabul ettirmek demektir. Ve her ikisi için de Evren mantıksızdır.

Bir an bu analitik ıvır zıvırı bir yana bırakarak bambaşka bir perspektife geçelim ve Pascal'ı okuyalım, sonsuz küçüklük ve sonsuz büyüklük konusunda eýtışimsel usun, en arı bakış açısı içindeki usun nasıl düşündüğünü görelim (*Geometrik Anlık Üzerine/De l'esprit de géométrie* (1658)):

"Böylece herşeye ortak özellikler vardır ki bunların bilgisi anlığı doğanın en büyük harikalarına açar. En önemlisi *her yerde* bulunan iki sonsuz tarafından, sonsuz ölçüde büyük ve sonsuz ölçüde küçük tarafından oluşturulur. Çünkü bir devim ne denli hızlı olursa olsun daha hızlı bir devimi tasarlayabilir ve onu daha da hızlı yapabiliriz, ve böylece bundan böyle bir eklemeye bulunamayacağımız denli hızlı bir devime ulaşmaksızın bu sonsuza dek sürer. Ve

tersine, bir devim ne denli yavaş olursa olsun, onu daha yavaş ve daha da yavaş kılabiliriz, ve böylece bu dinginliğe düşmeksizin bir küçük dereceler sonsuzluğuna inmeyi sürdüremeyeceğimiz bir yavaşlık derecesine ulaşmaksızın sonsuza dek sürer. Benzer olarak, bir sayı ne denli büyük olursa olsun, daha büyüğünü, ve yine ondan daha büyüğünü tasarlayabiliriz, ve böylece bundan böyle arttırılmayacak bir sayıya ulaşmaksızın bu sonsuza dek sürer. Ve tersine, bir sayı ne denli küçük olursa olsun, örneğin $1/100$ ya da $1/10.000$, gene de daha küçük bir sayıyı tasarlayabilir ve bunu sıfıra ya da yokluğa ulaşmaksızın sonsuza dek sürdürebiliriz. Bir uzay ne denli büyük olursa olsun, daha büyük bir uzayı, ve bundan da büyük bir uzayı tasarlayabilir, ve bunu bundan böyle arttırılmayacak bir uzaya hiç ulaşmaksızın sonsuza dek sürdürebiliriz. Ve tersine, bir uzay ne denli küçük olursa olsun, gene de daha küçük bir uzayı tasarlayabiliriz, ve bunu bundan böyle herhangi bir uzamı olmayan bölünmez bir uzaya ulaşmaksızın sonsuza dek götürebiliriz. Zaman için de durum aynıdır. Her zaman bir sonuncu olmaksızın daha büyüğünü, ve bir kıpıya, arı bir süre yokluğuna ulaşmaksızın daha küçüğünü tasarlayabiliriz. Ki bu, tek bir sözcükle, hangi devimi, hangi sayıyı, hangi uzayı, hangi zamanı alırsak alalım, her zaman daha büyüğün ve daha küçüğün olduğunu söylemektir, öyle ki tümü de yokluk ve sonsuzluk arasında ama bu uçlardan her zaman sonsuz ölçüde uzak olarak kalırlar. Bu gerçekliklerden hiç biri tanıtlanamaz, ve gene de geometrinin temelleri ve ilkeleridirler. Ama onları tanıtlamaya yeteneksiz kılan neden bulanıklıkları değil, tersine aşırı durulukları olduğu için, bu tanıtlama yoksunluğu bir eksiklik değil, tersine bir eksiksizliktir.”

Pascal, biraz erken de olsa, Hilbert'in ve benzeri kafa yapılarının yaratabileceği tartışma için şunları söyledi: “Bu önemsiz noktalarda oyalanmak sıkıcıdır, ama çocuklaşma zamanları da vardır.”

Schrödinger de Hilbert ile anlaşmaz. Tüm yirminci yüzyıl matematikçi ve fizikçilerinin Hilbert'in ve Einstein'ın diyalektiği anlamayan analitik yorumlarını izlediklerini düşünmemeliyiz. Yine özdeksel sürekliliği anlamayan irrasyonalist Heisenberg'in parçacık mekaniğine büyü öğeleri ekleyen 'belirlenimsizcilik' kuramına başından karşı çıkan Schrödinger “Özdek Nedir?”de sorunun çözümünün karşıtların birliğinin kavrayışında yattığını belirtir.

“Bugün yerleşik görüş dahaçok herşeyin aynı zamanda hem parçacık hem de alan olduğudur. Herşeyin kendisiyle alanlarda tanışık olduğumuz sürekli bir yapısı vardır, tıpkı kendisiyle parçacıklarda eşit ölçüde tanışık olduğumuz kesikli bir yapısının olması gibi. Bu kavram sayısız deneysel olgu tarafından desteklenir.”

Elbette. Olgular kavrama uyarlar, çünkü kavramsız olgu bir olgu olamaz ya da yalnızca belirlenimsiz, yalnızca 'genel olarak' olgu, bir kendinde-Şey olabilir

ve böyle birşey ancak analitik soyut düşüncede bulunan bir *Gedankending*dir. Kavram olgunun biçiminden, belirleniminden başka birşeyi anlatmaz. Ve gene de biçimin soyutlanması özün soyutlanmasından daha az değildir.

Dünya irrasyoneliste nasıl görünüyor olmalıdır? Sınırsız ama sonlu bir uzay, sınırsız ama sonlu parçacıklardan yapılmış bir özdexsel evren, ve sınırsız ama sonlu bir zaman? Empatiyi deneyebiliriz. Atomun bir noktadan sonra kesilemediğini, uzayın bir noktadan sonra daha ötesine geçilemediğini vb. tasarlamaya, imgelemeye çalışabiliriz. Bir parçacığın bölünebilirliğine bir son vermeye çalışabiliriz. Ama bunu başaramayız — tıpkı antik Yunanlının taş yontulara nasıl tapındığını anlayabilmemize, tasarlayabilmemize karşın, o yontuların önünde diz çökmeyi başaramayacak olmamız gibi. Schrödinger de Hilbert'in 'ahmaklık' dediği suçu işleyen insanlar kategorisine girer. Ama ahmaklık üzerinde daha öte durmadan konumuza dönelim ve Pascal'ın önerisini izleyerek, Hilbert'in yetiştirmesi anlaşılmayan ve *sonsuz küçüklerin* oranından kaçan analitik/sezgiçi ürkekliliğine karşı bir de — kökenlerini araştırmayı bir yana bırakarak — Newton'un *Principia*'daki harika pasajlarına bakalım (*italikler* sonradan):

“Dolayısıyla eğer buradan sonra nicelikleri parçacıklardan yapılmış olarak görecek, ya da doğru çizgiler yerine çok küçük eğri çizgiler kullanacak olursam, *bölünmezleri* değil ama *yiten bölünebilir nicelikleri* demek istiyor olarak anlaşılman gerekir; *belirli parçaların toplam ve oranlarını değil*, ama her zaman toplam ve oranların sınırlarını.”

Newton 'kesiklilik' kıpısının yanına, kesikli parçacıkların yanına, Hilbert'in ortadan kaldırmayı istediği 'sürekliliği' de alır ve bu *karşıtları* birlikte kullanır. Kalkülüs ancak *karşıtların birliği* üzerine, yitmekte olan nicelerin oranı üzerine, kısaca gerçek *sonsuzluk* üzerine kurulabilir.

“Belki de karşı çıkılabilir ki, *yiten niceliklerin* hiçbir enson oranları yoktur; çünkü oran, nicelikler yitmeden önce, enson değildir, ve yittikleri zaman, hiçtir. Ama aynı uslamlama ile ileri sürülebilir ki, belli bir yere varan ve orada duran bir cismin hiçbir enson hızı yoktur; çünkü hız, cisim yere gelmeden önce, onun enson hızı değildir; vardığı zaman, bir hız yoktur. Ama yanıt kolaydır; çünkü enson hız ile denmek istenen hız cismin yerine varmadan ve devim sona ermeden önceki ya da sonraki değil ama tam vardığı kıpıdaki hızdır; eş deyişle, *cismin son yerine varış ve devimin sona eriş hızı*. Ve benzer olarak, *yiten niceliklerin* enson oranı ile anlaşılacak olan şey de niceliklerin yitmeden önceki ya da yittikten sonraki oranları değil, ama *onunla yittikleri orandır*. Yine *doğan* niceliklerin ilk oranı varolmaya *onunla başladıkları orandır*. Ve ilk ya da son toplam onunla varolmaya (ya da arttırılmaya ya da azaltılmaya) başladıkları ve sona erdikleri toplamdır. ...

[N]iceliklerin onlarla yittikleri o enson oranlar gerçek anlamda enson nice-

liklerin oranları değil, ama sınırsızca azalan niceliklerin oranlarının her zaman onlara doğru yakınsaştıkları sınırlardır; ve onlara herhangi bir verili ayırmıdan daha çok yaklaşır, ama hiçbir zaman ötelere geçmezler, ne de nicelikler *sonsuz* dek küçülünceye dek gerçekte onlara erişirler. Bu nokta sonsuz ölçüde büyük niceliklerde daha açık olarak görünecektir. Eğer ayrımları verili olan iki nicelik *sonsuz* dek arttırılacak olursa, bu niceliklerin enson oranı, yani *eşitlik oranı* verilecektir; ama bundan onun oranları olduğu en son ya da en büyük niceliklerin kendilerinin *verili* olacakları sonucu çıkmaz. Öyleyse eğer bundan sonra, daha kolay anlaşılma uğruna, niceliklerden en küçük, ya da yiten, ya da enson olarak söz edecek olursam, demek istenenin *herhangi bir belirli büyüklükleri olan nicelikler değil*, ama her zaman hiçbir sona ulaşmaksızın azalıyor olarak düşünülen nicelikler olduğunu anlamamız gerekir.”

Newton'un ne yöntemi eytişimsel ne de genel düşünce yapısı sağduyuludur. *Principia*'nın ve ışığın mini mini cisimciklerden yapıli ve ışık ışınlarının dört yüzlü olduklarını ileri sürerek Huygens'in dalga ışık kuramını yadsıysan *Optik*'in bütün tinine saltık olarak aykırı bu Platonik eytişimi de hiç kuşkusuz yakın öncellerinden ödünç alır. Ama kaynaklarına karşı bir kural olarak minnet bilmez tutumunu bir yana bırakırsak, Newton daha sonra Kant'ı da dehşete düşüren ve onu usun kendisini reddetmeye götüren çatışkının hayranlık verici gerçekliğini kavrar ve çözümünü yalnızca ve yalnızca karşıtların birliğini kavramada yattığını doğrular. Bilimin özsel ilkeleri, üzerine tüm ayrıntılı yapının dayandığı temeller doğal usun *içgüdüsel* işlemlerinden, analitik *sezgicilikten* daha çoğunu, aslında tam bu mızumsuzluğu yadsıyan bir düşünce erdemini gerektirirler. Ama pozitivist pragmatizm bilimin bu temellerini, bu eytişimi ders kitaplarından siler atar. Kavranmasalar da, formüller yeterlidir. Ve bunlarla eşit ölçüde kavramayan, anlamayan robotlar, hesap makineleri yetiştirmekle yetinir.

Sezgicilik sonsuz küçüklük hesaplamalarında doğal olarak ancak 'yaklaşık' sonuçlara izin verir. Ama sonuç ne denli yaklaşık olursa olun, nicelik ne denli küçültülürse küçültülsün, sonsuz küçüklüklerin oranı elde edilmedikçe usun kuramsal eksiksizlik istemi karşılanmaz. Ve us bu eksiksizlik, bu ideallik isteminde diredir. Küçülen nicelikler dizisinin daha öte bölünemeyecek *belirli, sonlu* bir küçüklük ile sonlanmasını, Zenon'un paradoksunun bir hile ile ya da bir yaklaşıklık ile geçiştirilmesini kabul etmez. Sonsuzun matematiği orandaki nicel belirlenimlerin *yiten* büyüklükler olmasını, bundan böyle herhangi bir sayı olmayan, ama sıfır da olmayan ve gene de birbirlerine göre belirli olan kıpısal büyüklükler olmasını ister. Doğal anlak varlık ve yokluk arasında böyle bir ara durumun varolamayacağını, çatışkının çözümsüz olduğunu kabul edilip geri çekilir. Ama sorunun çözümü bu ara durumun sonsuz küçüklükler ilişkisinin *gerçekliği* olduğunu anlamaya dayanır. Newton oranının terimleri (*fluxions*) ile “*bölünemezleri değil ama yiten bölünebilirleri*” anladığını söyler; ve “*belirli*

parçaların toplam ve oranlarını değil, ama her zaman toplam ve oranların sınırlarını.” Oran ile belirli, görgül sayıların değil, ama yitmekte olan, bir oluş, daha doğrusu bir yokoluş sürecindeki kıpırların oranını anlar: Tam olarak bir karıştırlar birliğini. Newton için oranın kıpırlarının yitişlerinde sakınımlı süreklilik kısıtı tarafından sağlanır. Ve bu yaklaşım sorunun gerçek doğasını anlatır. Ama analitik anlağa göre, ‘paradoks’ ya da ‘çatışkı’ denilen bir durumu anlatır. Einstein (ve hiç kuşkusuz onunla birlikte sürekliliği nicelikten uzaklaştıran Hilbert) ise böyle bir eytişime saltık olarak yabancıdır ve gördüğümüz gibi getirdiği çözüm çok yalındır: ‘ds’ “katı ölçme-çubuğu” ile ölçülebilen fiziksel bir degerdir!

Us kendiliğinden ya da kendinin bilincinde olmaksızın da işler: Sonsuzun eytişimini bilmeksizin de türev ve tümlev işlemlerini çözebilir. Giderek, doğal/içgüdüsel işleyişi içinde, analitik anlık işlemleri yoluyla önemli sonuçlar da çıkarabilir. Gauss’un şu sözleri bu bağlamda düşündürücü olmalıdır: “Sonuçlarım çoktandır elimde, ama yalnızca onlara nasıl ulaşacağımı henüz bilmiyorum” :: “Meine Resultate habe ich längst, ich weiß nur noch nicht, wie ich zu ihnen gelangen werde” (alıntılan Leonard Nelson, Vom Selbstvertrauen der Vernunft, s. 145).

* * *

Sorun hiç kuşkusuz biraz daha karmaşıktır. *Tanıtlanamayan* belitler, *eytişimsel doğaları silinen* kavramlar *kendilerinde* bütün bilimsel kuramların iç tutarlıklarını güvence altına alırlar, ve doğal bilim bu mantıksal yapının gerçek doğasını kavrama gereğini duymadan, giderek apaçık yanlış tasarımlar altında işler. Uzay, zaman, özdok, kütle, ya da nokta, çizgi, yüzey, doğru, eğri, sayı vb. gibi kavramların hiç biri doğa bilimlerinin kapsamında eytişimsel doğalarında alınmazlar. Giderek eytişimsel doğalarında bilinmelerinin gerekli olduğunun düşünülmesi bile söz konusu değildir. İnsan mantığının işleyişini belirleyen süreçler olarak, kuramsal yapıları bilincin *arkasında* belirlerler. Us ve bilinç aynı şey değildir. Fizikçinin bilincinde çoğu kez en temel doğa yasaları matematiksel denklemlerden başka birşey değildir, ve bu denklemlerin ne anlamları ne de olgusalılık ile ilişkileri sorgulanır. Felsefe ve bilimin *ayrılmasının* sonuçlarından biri budur.

Fizikte matematiksel tanıtlamanın doğruluğu her zaman *daha önceden* bilinen *kavramsal* ilişki tarafından, *yasa* tarafından güvence altına alınır. Belli bir bakış açısından, aslında biraz dar bir bakış açısından, matematiksel formül salt iç tutarlılığı ve gücü yoluyla olgusalılığın düzenli yapısını temsil ediyor görünür. Gene de burada matematiksel biçim *görgül* gözlem ve deneyimlere verilen *kavramsal/mantıksal* yapılar tarafından belirlenir. Sayısal gözlemin kavramsal ilişkiden soyutlanmış olarak yasaya götürdüğü görüşünün düşüncesizlikten başka bir dayanağı yoktur.

Bu bakış açısı matematiği önemsizleştirmekle ya da değersizleştirmekle ilgilenmez. Tersine, matematiğe değer vermek onun doğru kavramını ve anlamını saptamayı gerektirir. Ona ondan beklenmeyi yüklemek anlamsızdır. Matematiğin salt *nicel* olanaklarıyla, salt 'Bir' yoluyla *nitel-kavramsal bağıntıları* anlattığı sanısı matematik üzerine en yüzeysel yargıdır. Öte yandan, *görgül* yasa gene de kavramsal anlaşılabilirliğinin kendisini dolaysızca vermekten uzaktır, ve Newton'un evrensel yerçekimi yasası kavramların matematiksel ya da görgül ilişkisi olarak anlaşıldığında Usu doyurmaz. Bu nedenledir ki, evreni Descartes'ın etherinden ve burgaçlarından boşaltıp uzaktan aracısız eylemi ileri sürdükten sonra, Newton'un kendisi Tanrının izine düşer, 'kuvvetin nedeni' dediği şeyi ararken uzayı *tanrısal duyu örgeni* yapmaktan başka bir çözüm bulamaz. Newton'un yasası kavramsal olarak çıkarsanmış ya da aklanmış değildir; yalnızca Kepler'in görgül formülasyonundan türetilmiştir. Bu düzeye dek, tıpkı kökeni olan formülasyonlar gibi, daha yüksek ve son bir tanıtlamaya gereksinir. Matematiksel fizik son söz değildir, ve kavramlar arasındaki ilişki eytişimsel doğasında saptanmadıkça henüz herşey *anlamsızdır*, ve kuramlar yalnızca güvenilir bir tümevarım mantığı tarafından desteklenirler. Bu noktadan ötesi görgül kuramcılığın ya da matematiğin değil, ama Doğa Felsefesinin işidir. Almaşık pozitivistizmdir. Pozitivizm ise Bilimin en utanmaz yadsınmasıdır, çünkü Bilim için *Gerçekliği* değil *olasılığı* uygun görür.

* * *

Matematiksel biçim ve kavramsal içerik arasındaki ilişki konusunda, bilimsel düşünce tarihinin en başarılı matematiksel fizikçisi olarak görülen Maxwell'in *A Treatise on Electricity and Magnetism* başlıklı klasik çalışmasındaki şu sözleri her zaman okumaya değerdir (1891/1954):

"Elektriği incelemeye başlamadan önce ilkin Faraday'ın *Experimental Researches in Electricity*'sini baştan sona okumadan konu üzerine hiçbir matematiksel çalışmayı okumamaya karar verdim. Faraday'ın fenomenleri kavrama yolu ile matematikçilerin yolları arasında bir ayrım olması gerektiğini, ve buna göre ne onun ne de matematikçilerin birbirlerinin dillerinden doyum bulmadıklarını biliyordum. Ayrıca bu uyumsuzluğun yanlardan herhangi birinin yanılıyor olmasından doğmadığı kanısındaydım. Faraday'ı incelemeyi sürdürürken, onun fenomenleri kavrama yönteminin de, uyuşmsal matematik simgeleri biçiminde sergilenmiş olmamasına karşın, matematiksel bir yöntem olduğunu algıladım. Ayrıca bu yöntemlerin sıradan matematiksel biçimlerde anlatılabilme ve böylece meslekten matematikçilerin yöntemleri ile karşılaştırılabilme yeteneğinde olduklarını da buldum. Örneğin, matematikçilerin uzaktan çekim uygulayan kuvvet özekleri gördükleri yerde, Faraday, anlığının gözleriyle, tüm uzayı geçen kuvvet çizgileri görüyordu: Onların uzaklıktan

başka hiçbirşey görmedikleri yerde Faraday bir ortam görüyordu: Faraday fenomenlerin yerini ortamda sürmekte olan olgusal eylemlerde arıyor, onlar onu elektriksel sıvılar üzerinde uygulanan bir uzaktan eylem gücünde bulmakla yetiniyorlardı. Faraday'ın kavramları olarak gördüğüm şeyleri matematiksel bir biçime çevirdiğim zaman, genel olarak iki yöntem sonuçlarınının çakıştığını buldum, *öyle ki her iki yöntem tarafından da aynı fenomenler açıklanıyor ve aynı eylem yasaları çıkarsanıyordu*, ama Faraday'ın yöntemleri bütünden başlayan ve çözümlene yoluyla parçalara ulaşan yöntemleri andırırken, sıradan matematiksel yöntemler parçalardan başlama ve bütünü bireşim yoluyla üretme ilkesi üzerine kuruluydular.

Ayrıca matematikçiler tarafından keşfedilen en verimli araştırma yöntemlerinden birçoğunun Faraday'dan türetilen kavramların terimlerinde kendi özgün biçimlerinde olduğundan çok daha iyi anlatılabildiklerini de buldum. Örneğin belli bir bölümsel ayrımsız eşitliği doyuran bir nicelik olarak görülen gizilgüç üzerine bütün kuram özsel olarak Faraday'ın yöntemi dediğim yönetime aittir. Öteki yönetime göre, gizilgüç, eğer ne olursa olsun irdelenecekse, her biri verili bir noktadan uzaklığı ile bölünen elektrikli parçacıkların bir toplamının sonucu olarak görülmelidir. Bu yüzden Laplace, Poisson, Green ve Gauss'un matematiksel buluşlarından birçoğu gerçek yerlerini bu incelemede bulurlar, ve kavramların terimlerinde uygun anlatımları temel olarak Faraday'dan türetilmişlerdir.”

Maxwell matematik ile temsil ettiği olgusalılık arasında işleyen andırımı vurgular. Bu andırım özsel olarak *nicel* ve *nitel* alanlardaki bağlantı üzerine dayanır ve *nitel* bağlantıların *nicel* olarak belirlenme, sınırlanma ve değişmez değerler içerisinde tutulmaları, salt bu koşul bile bu iki kavramın, Nitelik ve Niceliğin ayrılmazlığını ve böylece özdeksel evrenin nicel doğasının, *Kavramın Ölçüsünün* sağın bir biliminin gereğini gösterir.

Maxwell'in *matematiksel* dili ve Faraday'ın *deneysel* dili bir ve aynı gerçekliği, bir ve aynı olgusalılığı anlatırlar. Hiç kuşkusuz, Maxwell'in formülasyonları henüz bütün evreni açıklamayı başaramazlar. Ama mantıksal sağlamlıkları hem daha öte buluşlara izin verir, hem de böylelikle onları daha tam bir biçimlenişe yükseltmenin zeminini sağlar. Doğal bilimlerin gelişiminde sürekliliğin yalın anlamı budur. Yanlış olanın us-dışı olandan ayrımının anlamı da budur. Yanlış olan henüz eksik olandır, ve eksiklik, yetersizlik bütün *dizgeyi* ilgilendirir. Ptolemi'nin dizgesi duruma örnektir. Eksiklikleri ve yanlışlıkları ile Kopernik dizgesinin tözünü oluşturur; ama o da eksik ve bu düzeye dek yanlışlıştır. Brahe'nin dizgesi ve sonunda Kepler'in evren düzeni kavramsal ilişkileri çok daha tam bütünlere örgütler. Tüm bu süreçte sözcüğün tam anlamıyla *aynı* insan usu düşünmekte, uslamamalar çağların, kültürlerin ve bireylerin tikelliklerini ve göreliliklerini aşarak *bilimin sürecini* oluşturmaktadır. Kavram şu

ya da bu insanın algısına bağlı öznel bir tasarım değildir. Bu ussalcı yaklaşımın matematiğin genel görelilik kuramına uygulamasında görülen 'ruhbilimsel' imge-simge indirgemeleri ile, insan beyninin mantıksal işleyişine uyarlanamayacak usdışı, giderek 'sezgi-dışı' saçmalıklarla ve gözlemciye görelilik olarak eğilen-bükülen, kısalan-uzayan yalancı-geometrik boyutları ile hiçbir ilgisi yoktur. Matematiksel formül yalnızca olgusal/kavramsal çözümlemeyi simgesel olarak anlatır, ve birincisi yoksa ikincisi de yoktur. Bu ilkenin kendisi ruhbilimsel bir tümevarım değildir.

Sayısal Bir ya da Birim saltık olarak uyuşmuşlardır, baştan sona keyfidir, en özsel doğasında, saltık olarak görelidir. Büyüklüğü *keyfi* olarak belirlenir. Bu göreliliği *saltığa* döndürmenin olanağı ve mantığı yoktur. Uzay kavramı, Saltık Uzay, giderek neredeyse kutsal uzay denilecek olan şey hiç kuşkusuz ölçülemez. Ölçülen her zaman ancak *görelilik* uzay olabilir. Saltık bu 'saltık' görelilik nedeniyle, fiziksel *birimler* onları *nitelendiren* kavramlar olmaksızın birer soyutlamadan başka bir şey değildirlir. Metre yalnızca bir nicelik değildir; ölçü olarak nicelik ve niteliğin (uzay) birliğidir: Uzayın kesiklilik kıpısı (ya da Hilbert'in kesiklilik kıpısı); ama birimin kendisi o denli de *süreklidir* (Hilbert'in hiçbir zaman anlayamadığı bir düşünce). Görgül birim uyuşmuşlardır. Keyfi olarak saptanır. Örneğin Maxwell *Özdek ve Devim*'de uzayın ölçün birimi olan metrenin, ya da özdeğin ölçün birimi olan kilogramın vb. nasıl belirlendiğini, nerede, hangi müzede, hangi koşullar altında vb. saklandığını bildirir. Ama görecelik mantığı tüm göreciliği ile uyuşmuş birimi rahat bırakmaz. Bu katı ölçme çubuklarını müzelerden alır, onları yerlere yatırır, eğilip kalkarak ölçüp biçer, ve yalnızca uzunluk biriminin görelilik doğasını anlatmak için destanlar yazar. Einstein'ın bu kitapçığını biraz dikkatli ve biraz düşünerek okuyan bir okur hiç kuşkusuz bu tür 'açıklamalarından' bıkkınlık duyacaktır. Ama Einstein karşısında açıkça çok özel bir okur tipini varsayar, ve ondan tahtadan bir kulenin ısıtılıp çubukların boyları değiştiği zaman kendisiyle birlikte kartezyen koordinat dizgesini de bozduğunu kabul etmesini ister — o Einstein ki, kuramda güzelliğin saltık olarak önemli olduğu söyler ve bu konuda niyette belki de yalnızca 'güzelliği gerçekliğe yeğlediğini' ileri süren Weyl'in arkasından gelir! Ama bunların boş sözler olduğunu, karşımızda güzelliğin tam tersinin bulunduğunu, bilimsel erotizminin gerçekte hiç de bilimsel olmadığını, bütünüyle kaba saba ve çirkin olduğunu görürüz.

Bilim ve felsefenin bilim için yalnızca saltık yıkım getiren ayrılmaları boş kuramcılık için gerçekten de 'verimli' olmuş, böylelikle soyut matematiksel kurguları olgusal olarak görmeyi önüne geçecek bir ussallık kalmamıştır. Matematiksel formülasyonlar istenen sonucu vermediklerinde, dışarıdan eklenen katsayılarla kolayca düzeltilirler. Ve sık sık katkının mantığı üzerinde düşünülmesiz işlemler sürdürülür. Einstein başlangıçta genel görelilik kuramının o sıralarda geçerli sayılan durağan evren modelini doğrulayacağını sanıyordu. Beklentisinin tersine, matematiksel çözümlemeler 'küresel' evrenin kendi ağır-

lığı altında çökeceği sonucuna götürdü. Çıkış yolu başlangıçtaki eşitliklere yerçekimi etmenini dengeleyici yeni bir terim eklemek oldu — *evrenbilimsel değişmez*. Bu Einstein'ın kendisi tarafından kabul edilen biricik gafıdır. Ama gafın kabulünün kendisi bir ikinci gafıdır çünkü bu kez soyut matematik ve eşit ölçüde soyut bir metafizik fiziksel evreni büyüyen ve açılan (ya da evrik olarak) bir sonluluk olarak alır. Aslında görelilik kuramının bütünü bir gafıdır.

Yine, usun disiplininden özgürleştirilen matematik imgesel ya da olumsuz kütlelerin hesaplanmasına izin verir. Bu olanaktan yararlanan Hawking “*imgesel zaman ... iyice tanımlanmış matematiksel bir kavramdır/imaginary time ... is a well-defined mathematical concept*” der (*A Brief History of Time*), ve “gerçek/reel” zamanda gerileme tekillik/*singularity* noktasına, ve böylece istenmeyen bir zamansal ‘başlangıç’ noktasına götürdüğü için bu aygıtı başvurur. Buna herhangi bir usamlama ile karşı çıkmak, ya da burada herhangi bir usamlama yanlışı, çıkarsama bozukluğu ya da bir tutarsızlık olduğunu ileri sürmek saflık olacaktır. Burada doğru ya da yanlışı *hiçbir* usamlama yoktur. Burada herhangi bir gözlem dayanağı, ya da dikkatle oluşturulmuş ve sağlıklı herhangi bir matematiksel destek de yoktur. Yalnızca matematiksel bir çirkinlik vardır ve keyfi bir katkı ile örtülmeye çalışılır. Matematiksel işlemlerin zamanın yönünün tersine çevrilmesine izin verdiği söylenir. Matematiksel işlemlerde keyfi bir sayıda uzay boyutu ile çalışılabilir denir. Ama bu sofistlik bile değildir. Ve zamanı bir uzay boyutu gibi ele almak için, uzay boyutlarını arttırabilmek için sofizmin tüm tarih boyunca başarabildiği herşeyden daha iyisini başarabilmek gerekir. Bir ‘matematikçi’ olan Russell şöyle yazıyordu (*Mysticism and Logic*, s. 133-4): “Gerçek dünyanın uzayı altı boyutlu bir uzaydır, ve bunu anlar anlamaz kendisine konum bulmak istediğimiz şeyler için bol bol yer olduğunu görürüz. Kendi uzayındaki konumunu saptamak için altı koordinat ve başka uzaylar arasındaki konumu saptamak için üç koordinat daha gerekecektir. ... Öyleyse dünyada bir üç-boyutlu uzaylar çokluğu vardır.”

Burada da ne öncüller ne tanıtlama, ne gözlem ne de deney vardır. Yalnızca bir bildirim, daha doğrusu tanrısal bildiriş gibi birşey vardır. Analitik düşünür için bu ‘yöntem’ yeterlidir. Ve ‘anıtsal’ yapıtlarıyla ünlü bu popüler düşünürün her birkaç yılda bir yeni bir sayı kuramı ile ortaya çıkmasına hayret etmemek gerekir.

Heisenberg matematiğin rolü konusunda hayret edilecek denli sağduyuludur: “Dizgenin matematiksel imgesi dizgede çelişkilerin olmamasını güvence altına alır” der (*Physics and Philosophy, the Revolution in Modern Science*, New York, 1966, s. 93). Matematiksel *tutarlık* da tıpkı görgül *doğrulama* gibi tanıtlama ya da gerçeklik söz konusu olduğunda kavram karşısında geri çekilmelidir. Olgusalılık sayısal ya da duysal yöntemlerle saptanamaz.

Matematik konuya yabancı bilinçte ilkin bütünüyle doğal olarak ürkü yaratır. Kesinlikle doğal usun matematiğe yeteneksiz olmasından ötürü değil. Tersine,

matematik yalnızca kullandığı kavramların yalınlığından ötürü kendisi en yalın, en duru, en pekin, ve tam bu nedenlerle en kolay bilimdir. Ürkünün, giderek yılının nedeni yalnızca ve yalnızca kavramların simgeler ve betimler altına sürülmesinde ve böylece karmaşanın bir de henüz alışılmamış *yabancı* bir dil tarafından örtülmesinde yatar. Bu yüzden ne denli kötü kullanılırsa o denli korkutucudur. Ne denli anlaşılmazsa o denli tılsımlıdır. Bunun bilincinde olan Newton'un kendisi amatörlerin eleştirilerinden kaçabilmek için *Principia*'da Descartes'in görelisi olarak yalın analitik geometrisinden yararlanmayı denemek yerine, Öklides'in bir ussallık başyapıtı olan geometrisini kullanarak çalışmasına kolay okunamayacak bir biçim verdi. Newton "niyetlerini ilkin geometri yoluyla tanıtladığını ve deneyleri yalnızca onları anlaşılır kılmak, ve vulgusu inandırmak için kullandığını söylüyordu" (aktaran L. T. More, *Isaac Newton* (New York, 1934), s. 610.) Bu aslında Newton'un deneysel *doğrulama* ya da *yanıtlama* konusunda Carnap ve Popper'a yanıtıdır. Gene de, Newton'a geometrik tanıtlarını üretmesi için sunulan görgül gereç güneş dizgesinde usun uyumunu arayan ve saptayan Kepler'den geldi. Ve Newton yalnızca daha şimdiden *kendinde* kavramsal olarak belirlenen geometrik olarak tanıtladığını sandı.

Uzay ve zaman, özdek ve devim kavramlarının *nicelik* kavramına altgüdümlü olmaları olgusu doğal düşünceyi matematik ve olgusalık arasındaki bir ilişkinin sezgisine götürür. Gerçekten de, *Nicelik* kavramı matematiksel düşünce ve fiziksel olgusalık arasındaki ortak terim olarak görünür. Ama Sayı evrenin temel idealarına ve ilk ilkelerine ulaşamaz. Özdek, uzay, zaman niceleştirilebilir, ama gene de bu onların özlerine, gerçek doğalarına yaklaşmak anlamına gelmez. Pisagorcular sayıların şeylerin gerçek doğalarını anlattığını, sayıların tüm şeylerin ilkeleri olduğunu, tüm şeylerin sayılar üzerine modellendiğini düşünüyorlardı. Tıpkı müziksel gamın sayıların bir düzeni olması gibi, tüm evreni müzikal bir uyum olarak gördüler. Ama, Aristoteles'in sözlerine göre, kendileri Sayının evren kategorilerini anlatmak için yetersizliğini gördüler, ve mantıksal evrimlerinde "*aykırılıkların şeylerin ilkesi*" olduğunu anladılar.

* * *

Matematik dilinde yaşanan güçlük bir alışkanlık yoksunluğuna bağlıdır, ve matematiğin yalın mantığında akıcılık kazanmak için başka her sanatta olduğu gibi, felsefenin, eytişimsel/arı kavramsal düşüncenin kendisinde olduğu gibi, belli bir uygulama düzeyi zorunludur. Ama hiçbir insan şu ya da bu yabancı dili bilmediği için ussal bir yoksunluk içinde değildir, ve matematiğin biçimsel yapısı kavramsal dile çevrilmedikçe bu yabancı dili tanımayan bilinç tarafından gereksiz bir endişe kaynağı olarak algılanması ancak doğal olabilir. Tüm modern *fiziğin* ve böylelikle fizikteki tüm modern sorunların da yaratıcısı olan Faraday hiçbir matematik eğitimi almamıştı, temel aritmetik işlemlerinden öte hiçbir bilgisi yoktu. Ve Modern matematiğin yaratıcısı olan ussalcı Descartes mate-

matik ve kavramsal bilgi ilişkisi üzerine şunları yazar (*Kurallar*, 4: *italikler* sonradan): “[B]urada betilerden ve sayılardan çok fazla söz edilmesine karşın, başka hiçbir bilim dalında böyle *açıklık ve pekinlik örnekleri* gösterilemeyeceği için, amacım yeterince dikkatle izleyen herkes *hiçbirşeyi sıradan Matematikten daha önemsiz görmediğimi*, ve bu örnekleri bileşen parçalar değil ama yalnızca dış kabul olarak alan bütünüyle başka bir bilimi açıklamakta olduğumu kolayca görecektir.” Ve yine aynı yerde: “Aritmetik ve Geometri üzerinde özellikle durdum, çünkü *bunların en yalın oldukları ...* söylenirdi.” “Ama daha sonra Felsefenin geçmiş çağlardaki ilk yaratıcıları niçin Matematikte ustalaşmış olmayanları bilgeliği incelemeye kabul etmediler diye düşündüğüm zaman — çünkü bu disiplinin *tümü arasında en kolayı olduğuna* ve hiç kuşkusuz başka daha önemli bilimlerin kavranması için en zorunlu ansal alıştırma ve hazırlığı sağladığına inanıyorlardı —, onların zamanımızın sıradan matematiğinden çok daha başka bir Matematik türünü tanımış oldukları kuşkuğunda doğrulandım.” “Matematikte olması gerektiğini kabul ettiğimiz o en yüksek *duruluk ve kolaylık ...*” *Kural 14*: “[M]atematiğin hemen hemen yalnızca bizi bu yöntemde eğitme amacıyla incelenmesi gerektiğini söylemede hiçbir duraksama göstermeyeceğim.”

* * *

Görelilik kuramı için ‘matematiksel’ tanıtlama da tıpkı deneysel ‘tanıtlama’ gibi *arkadan* gelir. Ve tıpkı deneysel ‘tanıtlama’ durumunda olduğu gibi, matematiksel aygıt da yalnızca önceden saptanan vargılara ayarlanır, ‘anlaşılması’ olanaksız usdışı bir yolda uygulanır. Böyle bir matematik yalnızca tensör kalkülüs işlemlerinde deneyimli olmayan bilinci yıldırarak kalmaz, ama meslekten matematikçilerin ezici çoğunluğu tarafından anlaşılabilir ve değerlendirilemez. Ne güzel ne de gerçektir, çünkü olgu-dışıdır. Matematik, yaygın önyargının tersine, hiç kuşkusuz *ikincildir*. Einstein’ın kendisi bir kuramın kavramsal yapısında kavranmasının *birincil* olduğunu belirtir. Ama görelilik kuramının kavramsal yapısının olmadığını, duysal-algı üzerine dayandığını yine kendisi söyler.

Aslında Einstein’ın kendisi başlangıçta kuramının tensör biçimine geçirilmesi düşüncesinden hoşlanmamış ve onu “*überflüssige Gelehrsamkeit*” olarak, “*yüzeysel bilgiçlik*” olarak görmüştü. 1950’de üçüncü yayımı çıkan çalışması, *The Meaning of Relativity*, kitabı inceleyen herkesin göreceği gibi, ilk birkaç sayfada banal bir ‘kavramsal’/‘felsefi’ altyapı seçildikten sonra, baştan sona bir *überflüssige Gelehrsamkeit* yapısı olarak sürer. Anlaşılabilirliği konusunda, kavramsal yapıyla ilişkisi konusunda, bu yazının Vargı bölümünde kendi sözlerinden aktardığımız gibi, Einstein’ın kendisi hiçbir zaman kuşkularını yenmeyi başaramamış değildir. Einstein 1912’den sonra Lorentz dönüşümlerinin genel görelilik için yeterli olamayacağı, ve geometrinin geçersiz olduğu çünkü uzayın fiziksel davranışının doğrusal olmadığı sonucuna vardı. Dostu matematikçi Grossmann ona Riemann, Ricci (Ricci-Curbastro) ve Levi-Civita tarafından

geliştirilen tensör kalkülüs'ten söz etti. 1913'te Einstein ve Grossmann ortak bir makale yayımlayarak Ricci ve Levi-Civita kalkülüsünü kullandılar. (Planck'ın Einstein'ı kaçınılmaz başarısızlığı konusunda uyarısı çalışmanın bu aşamasına düşer.) Gene de 1914'te yayımlanan makale yanlışlarla doludur, ve matematik henüz kurama uyarlanamamış, Einstein henüz tensör kalkülüsü uygulamayı başaramamıştır. Levi-Civita yazışmalarında Einstein'a tensörler üzerine çalışmasındaki yanlışlarını gösterir. 1914'te Einstein kuramın bu yanlış biçimi üzerine her biri iki saatlik altı ders verdi (Einstein'ın dinleyicileri sürekli olarak aynı entellektüel işkenceyi yaşadılar.) Hilbert ve Klein de dinleyiciler arasındaydı ve Einstein daha sonra Hilbert ile yanlışlar üzerine yazıştı. Bundan sonra birbiri ardına denemeler çıktı ve her biri öncekinin yanlışlarını düzeltirken kendisi yeni yanlışlar getirdi. 1916 Martında Einstein genel göreliliği daha kolay anlaşılabilir terimlerde toparlayan bir makale yayımladı. Çalışma ölümüne dek sürdü. Einstein istediği kuramsal yalınlığı, anlaşılabilirliği elde etmeyi hiçbir zaman başaramadı ve 1960'lara dek soyut, anlaşılması güç bulunan görelilik kuramı uygulamada çok daha başarılı sonuçlar veren ama eşit ölçüde usdışı bir yorum altında sunulan nice kuramı tarafından gölgelendi.

Geometri'de Non-Euclidean Parodi

Görelilik kuramı bir uzay ve zaman kuramıdır. Einstein'ın yorumunda, *fiziksel* (ki onun için *'duyu-algısal'* demektir, kesinlikle kavramsal *değil*) uzay-zaman süreklisi özdek tarafından 'etkilenir.' Yerçekimi *kuvveti* yoktur ve cisimler yalnızca geodezikler boyunca 'kayarlar.' Kuvvetsiz *etkilenmenin* anlamı bükülme, genişleme, kısalma gibi 'geometrik' olaylardır. Böyle etkilenmeyen uzay (ve zaman) *'saltık'*tır ve 'saltık' uzayın belirlenimi saltık geometriyi öngerektirir. Oysa Einstein'ın yorumunda, yalnızca 'görelî' uzay-zaman vardır ve bunun geometrisi saltık olmayan bir 'geometri'dir. Görelî 'geometri' nasıl üretilir? Bu üzerinde durmaya değer bir noktadır, çünkü düşüncenin düşünceyi bozmasını gerektirir. Usun reddedilmesi her durumda yine *usun kendisi* tarafından yerine getirilse de, bu olgu irrasyonalistin anlayamadığı şeydir.

* * *

Birkaç noktayı anımsamak gerekli olacaktır. Geometrinin tanım, belit ve konutlamları arasında burada izleyeceğimiz uslamlamalarla yakından ilgili olanları şunlardır:

a) *Uçları aynı olan çizgilerden doğru çizgi en küçüküdür* (Ya da: Bir doğru çizgi iki nokta arasındaki en kısa yoldur). (Arşimed, "Küre ve Silindir Üzerine," *Varsayım 1.*)

b) *İki doğru çizgiyi birden kesen bir doğru çizginin aynı yandaki iç açıların toplamı iki dik açıdan daha küçükse, iki doğru çizgi belirsiz olarak uzatıldıklarında açıların iki dik açıdan daha küçük oldukları yanda kesişirler.* (Öklides,

“Öğeler,” I, *Konutlama* 5.) “Koşutluk postülatı” olarak adlandırılan bu postülat açıkça görüldüğü gibi aslında koşutluğu değil ama tam tersini, koşut-olmamayı belirtir (yalnızca bir anımsatma). Bu konutlamanın salt anlatımındaki “uzunluk ve karışıklık” nedeniyle, ve kullanımının teoremleri tanıtlamada ancak ‘ileri’ bir evrede başlaması nedeniyle — sık sık böyle bildirilen ‘gerekçelerle’ — önceki daha yalın anlatımlı konutlamalardan *ayrı* bir doğada olduğu, eş deyişle bir konutlama olmadığı, ve onlardan türetilmesi, ya da daha iyisi, bir *teorem* olarak tanıtlanması gerektiği düşünülür. Konutlama hiç kuşkusuz bir *tanıtlama* gerektirmediği için konutlamadır, ve işlevi kavramın “*varoluşunu*” ileri sürmektir, örneğin 1. Konutlamada olduğu gibi: “Bir noktadan bir başka noktaya doğru bir çizgi çizilebilir.” (Yine geçerken belirtebiliriz ki, *tanımlar* yalnızca *anlamı* ilgilendirirler, semantiktirler; *kavramsal* değil, *tasarımsaldırlar* ve bu onlardaki eksiklidir.)

c) *Koşut çizgiler aynı düzlemde olan ve her iki yönde sonsuza dek uzatıldıklarında her iki yönde de kesişmeyen çizgilerdir.* (Öklides, “Öğeler,” I, *Tanımlar* 23.)

Düzlem geometride tanımlara bağlı bu iki sonurgunun (*a* ve *b*) yarattığı hiçbir mantıksal sorun yoktur. Düzlem için geçerlidirler, ve bu düzeye dek herşey doğal usun istediği gibidir. Ama *küre* yüzeyinde ‘doğruluk’ kavramı ortadan kalkar ve ‘iki nokta arasındaki en kısa yol’ bundan böyle bir doğru değil ama özel bir *eğri*, bir *geodezik* olur. Bu *en kısa eğri çizgi* küre yüzeyindeki daha başka eğri çizgilerden ayrıdır ve özeği kürenin özeği olan büyük dairenin üzerindeki bir yay dilimidir (küreyi iki eşit parçaya bölen daire üzerinde olmayan tüm eğriler ‘en kısa’ yoldan daha uzundur). *Bu noktaya dek herşey doğal usun belirlenimleri ile uyum içindedir.*

Şimdi Öklides-dışı ya da *irrasyonel* bakış açısına geçelim, ve kürenin ‘DÜZLEM’ yüzeyi üzerindeki iki koşut ‘DOĞRU’ çizginin durumuna bakalım. İlk olarak kürenin ‘DÜZLEM’ yüzeyinin üzerinde olan ve büyük dairesi üzerinde yatan bir *D* ‘DOĞRU’ çizgisi ve bu çizginin dışında bir nokta alalım. Bu noktadan sonsuz sayıda yöne sonsuz sayıda ‘DOĞRU’ çizgi çizilebilir. Ama eğer bu noktadan *D* ‘DOĞRU’ çizgisine koşut bir ‘DOĞRU’ çizgi çizmeyi istersek, bunun olanaksız olduğunu buluruz. Bu ‘DOĞRU’ çizgilerin *tümü* de *D* ‘DOĞRU’ çizgisi ile kesişirler. Başka bir deyişle, küre yüzeyi üzerinde birbirine koşut *iki* ‘DOĞRU’ çizgi çizmek olanaksızdır. *Tüm* ‘DOĞRU’ çizgiler kesişirler, birbirlerine koşut olmaları olanaksızdır, ve bu geodeziklerin, küre yüzeyindeki en kısa ya da sözde ‘DOĞRU’ çizgilerin mantığıdır.

‘DOĞRU’ları ‘EĞRİ’ olarak ve kürenin ‘DÜZLEM’ yüzeyini ‘KÜRESEL’ olarak *gerçek* ya da *salık* karakterlerinde görürsek, herşey anlaşılabilirlik kazanır, ve herşey bir kez daha *bütünüyle* usaldır. En kısa *eğri* çizginin (geodezik) davranışı bir *doğru* çizginin davranışı değildir. TÜM EKVATORLAR KESİŞİRLER. Ama bunu Öklides’in koşutluk konutlamasının çürütülüşü ya da geçersizliği olarak görmek için usu kapamak zorunludur.

Kendinde bütünüyle ussal olan küre geometrisi irrasyonelizm tarafından koşutluk konutlamlasını dışlayan 'non-Euclidean' 'geometrilere' den yalnızca biri olarak görülür ve Riemann geometrisi adıyla da bilinir. Eğer küresel yüzey yerine hiperbolik bir yüzey alınırsak, 'non-Euclidean' tanımlar temelinde bu kez yüzey üzerinde sonsuz sayıda koşut 'doğru' çizgi çizmek olanaklıdır (Lobatchevski Geometrisi). Saltık/soyut uzaydaki saltık/soyut belirlenimleriyle bu iki geometri de 'Öklides' geometrisine, Geometrinin kendisine aittir. Ama irrasyonelizm doğal usun geometrik tanımlarını ve belitlerini reddedip karşıtlarını ileri sürer. Küre geometriyi düzlem geometrinin *çürütülmesi* olarak alır, ve uzay-zaman 'sürekli' [ki göreci bilincin bu 'kavramı' yokettiği savında olduğunu unutmayalım] dediği fiziksel yapıntıyı geometrinin tözselleşmesi olarak kabul eder. Non-Euclidean 'geometri'ler tam olarak bu parodi biçiminde öğretilir. Ussal küre geometrisinin usdışı non-Euclidean 'geometri'ye nasıl dönüştürüldüğünü anlamak kesinlikle önemlidir. Örneğin *The Structure of the Universe*'de (O.U.P. 1978, s. 154) Jayant Narlikar non-Euclidean geometrinin bir uygulamasını verir (*italikler sonradan*):

"Dünyanın yüzeyi yassı/flat değildir. Dünyanın yüzeyinde sürünen yassı yaratıklar dünyanın yüzeyindeki geometrinin Öklides geometrisi olduğu varsısını çıkarmayacaklardır. Bunu görmek için, iyi bir yaklaşıklık olarak yüzeyin küresel olduğunu ve yassı bir yaratığın [yerküre üzerinde] A noktası ile belirtilen Kuzey Kutbundan yola çıkmak üzere üçgen bir yolcuğa başladığını varsayalım. Greenwich boylamı boyunca güneye doğru yola başlar ve B noktasında ekvatora ulaşır. Sonra sola döner ve ekvator boyunca doğru/straight bir yolda ilerleyerek Dünya çevresindeki uzaklığın bir çeyreği kadar gidip C noktasına varır. Sonra C'den geçen boylam boyunca sola döner ve A başlangıç noktasına ulaşır. Yolculuğuna başladığı yöne bakmak için yine sola dönmek zorunda olduğunu görür. Başka bir deyişle, bir Öklides üçgeninin üç açısının toplamının yalnızca 180° olması gerekirken, kendisi sola üç kez dönerek toplam 270° olan bir dönüş yapmıştır. Bu dönüşleri yapmış olması dışında, yassı yaratığımız doğru bir yoldan sapmamıştır; böylece doğru çizgilerden yapılan gerçek bir üçgen betimlememiş olmakla suçlanamaz."

Burada ussal olanın tam olarak Orwell'i haklı çıkaran bir yolda nasıl bastırıldığını doğal bilincin kendisi de herşeye karşın dolaysızca algılar, $2 + 2 = 5$ olmadığını herşeye karşın bilir, çünkü kendinde ussaldır. Ama usdışını doğrulamada ciddi bir güçlük yaşamaz, çünkü usunun yetkesine değil, usdışı yetkeye dayanmayı yeğler çünkü yetkendir. (Aslında bu son türde aritmetiksel uydurmaları geçerli gören bakış açıları da 'geliştirilmiştir,' ve nasıl 'uslamlamalar' kullandığını merak etsek de, çocuklaşmayı bu düzeye dek götürmenin burada hiçbir gereği yoktur).

Geometrinin ussal olması ölçüsünde, realiteye uygulanması, bilimlerde kulla-

nılması realitenin kendisinin ussallığı/yasalılığı varsayımı üzerine olanaklıdır. Ve özdeksel evrenin *sonsuzluğu* ve *sürekliliği* içermesi kavramı üzerine olanaklıdır. Ama usdışı bir 'geometri' yasal/ussal bir evren ile bağdaşmaz. Çılgın bir evren ile bağdaşır. Ve özdeksel evrenin 'çılgın,' 'saçma,' 'usdışı' olduğunu doğrulamak modern görecilik ve nice kuramları için bütünüyle 'normal' dir.

Ama, herşeye karşın, usdışını görmede hiçbir güçlük yatmıyor olabilir. Belki de sorun özsel olarak tüm güçlük kavramlarla hokkabazlık yapma becerisini ciddiye almama kararını ilgilendirir. Ve bu usdışına uyarlanmış bilinç için bütünüyle ruhbilimsel bir sorun olur. Küresel ve hiperbolik yüzeylerde *çizgilerin* kendi özellikleri vardır, ve burada doğal us *doğru* değil ama *eğri* çizgilerle, daire ya da hiperbol yayları ile ilgilendiğini kolayca görür. Geometrinin belitleri kişinin dilediği gibi ve Hilbert'in sandığı gibi keyfi varsayımlar, rasgele seçilen önermeler değildir. Tersine, usaldırlar ve ancak ussal oldukları ölçüde edimsel dünya ile, realite ile matematiğin ilişkisinin olanağını kabul ederler. Usdışı düşünce eğilimi tam bu ussallıkları yadsıyışında usdışıdır, ve usun kendisinin perspektifinden ele alınacak sorunlar yaratmaz. Yaratılan sorun tıpkı bu irrasyonalizmin sözde kavramlarını üretme yolu için vurgulandığı gibi bütünüyle '*ruhbilimsel*' dir. Ve bu yüzden yalnızca '*ruhbilimsel*' çözüme açıktır. Mantığa kapalıdır.

* * *

Belitler tanıtlanabilir mi? Görünürde felsefecilerin kendilerinin çelişkili bildirimleri vardır. Platon ve Aristoteles tanıtlanamaz olduklarını söylerken, örneğin Leibniz ve Hegel ise tanıtlanabilir olduklarını söyler.

Ama sorun yalınlaştırılabilir:

- 1) *Felsefede* (klasik felsefede) tanıtlanmasız hiçbirşey geçerli değildir.
- 2) *Bilimlerde* tanıtlanmasız belitler geçerlidir.

Gene de bilimlerde belitlere izin verilmesi belitlerin gerçeklikten yoksun *keyfi* önermeler oldukları anlamına gelmez.

Aristoteles'e göre geometrinin belitleri *tanıtlanamaz* ve tanıtlama *gerek-tirmezler*; tersine kendileri tanıtlanmanın dolaysız başlangıç noktalarını verirler. Ama Aristoteles *tanıtlanma* sözcüğünü kullanırken onunla anladığı şeyin "bilimsel bilgi üreten bir *TASIM*" olduğunu belirtir (*İkinci Analitik*, 2). Ve bir belitin bir tasımlama/uslamlama süreci olmadığını açıklar. Belit dolaysızdır. Aristoteles geometrik yöntemin doğasını belirlerken, Platon'un *Devlet*, VI Kitaptaki çözümlemesini izler: "Geometri, aritmetik ve yakın bilimler" "kendilerinin ve başka herkesin bilmesi gereken, ve kendilerine ya da başkalarına herhangi bir 'açıklamalarını' vermeleri gerekmeyen varsayımları" ilkeleri olarak alırlar "ve sonunda vargılarına ulaşınca" dek uslamlamalarını sürdürürler. Burada "görülür biçimleri" kullansalar da, "onları değil ama andırımları oldukları 'idealleri' düşünürler; çizdikleri betileri (ya da "tahta çubukları") değil, ama saltık kareyi

ve saltık çapı vb.” düşünürler. Yine Platon'un belirttiği gibi geometrinin alanı *Usun* değil ama *Anlağın* alanıdır, ve burada *varsayımlara* izin vardır. Aristoteles *İkinci Analitik*'te anlık bilimlerinin yöntemlerini tam ayrıntıda verir ve Öklides *Öğeler*'de Aristoteles'in saptadığı bu yöntemi uygular. Gerçekten de, tanıtılmanın tasım süreçlerini, doğal uslamlama aygıtını gerektirmesi ölçüsünde, geometrinin belitleri öylesine temel gerçekliklerdir ki, onları teoremleri tanıtlamada kullanılan uslamlama yöntemleriyle gerçeklemek olanaksız ve anlamsızdır. Nokta, çizgi, yüzey gibi yalın uzay belirlenimleri ancak *anlamlarını* belirtmek için tanımlanırlar, ama tanıtılmaları istenmez. Geometri bu tanımlarla bütünüyle yetinebilir. Gene de *mantıksal* doğalarının *aklanması* gibi bir sorun vardır, ve örneğin Hume iki doğru çizgi *birden çok* noktada kesişir dediği zaman, ya da Protagoras bir teğet bir eğriyi *birden çok* noktada keser dediği zaman, ya da Einstein ısıtılan bir fiziksel çubuk genişince düzlem ve doğruluk kavramları da yiter dediği zaman, tümü de geometrinin kavramlarının mantığını anlama konusunda ussal bir güçlük yaşandığını gösterirler. Bu düzeye dek, bu yalın uzaysal belirlenimler de *mantıksal* olarak aklanmalı, keyfi ya da görgül sayılıtlar olmadıkları gösterilmeli, *anlamaları* gibi *varoluşlarının* da ussal olduğu, ve bu yüzden keyfi olarak ortadan kaldırılamayacakları kabul edilmelidir. Felsefenin tüm *kavramlar* durumundan kaldırılmayacakları kabul edilmelidir. Felsefenin tüm *kavramlar* durumundan yerine getirmesi gereken yükümlülük onların çıkarılmasındadır. Bu çıkarsama aynı zamanda varoluşlarının gerçekleşmesi, mantıksal zorunlukların gösterilmesi olduğu ölçüde, hiç kuşkusuz tasımlara dayalı tanıtlama ile bir ve aynı amacı, gerçekliği paylaşır. Ama burada, arı kavramın alanında, *eytişimsel* düşüncenin alanında tanıtlama *tasımlar* ya da *doğal uslamlama* süreçleri yoluyla gerçeklemeden bütünüyle başka birşeydir. Kavramın kendini eytişimsel doğasında gerçeklemesi, karşıtların birliği olarak kendini kendi iç deviminde açındırmasıdır. Bu süreçte *tasımlardan* yararlanmak bir yana, tersine *tasımın*, *yargının*, genel olarak *önermenin* kendisi Kavramın eytişimsel doğası tarafından tanıtlanan veriler olarak görünürler.

'Doğru çizgi iki nokta arasındaki en kısa yoldur' önermesinin geometrideki bütün bir modern şaşkınlığa neden olan belit olması en azından ilk bakışta tuhaf görünür. *Nokta, çizgi, doğru, eğri*: Tüm bu saltık olarak yalın ve kendiliğinden açık geometrik kavramların üzerinde durmanın hiçbir gereği yok gibi görünür. Ama bu bakış açısı rasyonalizmde bile pragmatik olan modern eğitimin geometriyi ele alış ve yorumlayış yolunun bir kalıptır. Usa ilgisiz bu sözde eğitimin sonunda, *belitler* kafalarda gerçeklenemeyen ya da tanıtlanmaları, aklanmaları olanaksız keyfi varsayımlar olarak kalırlar. Ve bu irrasyonalizme aradığı en uygun zemini sağlar. İnsanlara belitlerin *tanıtlanamaz* olduğu söylenir. Tanıtılmanın doğası konusunda, usun doğrulaması konusunda düşünmeyen doğal bilinç bunu anlamaksızın kabul eder. İnsanlara belitler *keyfidir* denir. Ve bu da düşüncesizce kabul edilir. Ve koşutluk beliti yanlıştır, işin doğrusu *iki koşut çizginin kesiştikleridir* denir. Ve bunu da kraldan fazla kralcı bir tutumla kabul

edenler çıkar. Bu bilinçler sözde kuşkuculuklarının kendisinde kuşku duymaya son verirler.

* * *

Arşimed'in *Küre ve Silindir* üzerine birinci kitabında "Uçları aynı olan tüm çizgilerden doğru çizgi en küçüğüdür" önermesi daha sonraki önermelerinin tanıtılarına temel aldığı varsayımlar/belitler arasında bulunur. Söylemeye gerek yok ki, daha 'büyük' ya da 'uzun' olanlar eğri çizgilerdir. Kant bu beliti "İki nokta arasındaki doğru çizgi en kısa çizgidir" [AUE, B 16] olarak anlar ve a priori sentetik yargının örneği olarak alır:

1) Bir önermenin analitik olması yüklemün öznedeki kapsanmasını, sentetik olması ise kapsanmamasını anlatır;

2) A priori olması "saltuk olarak deneyim ve tüm duyu izlenimlerinden bağımsız bir bilgi" olması anlamına gelir. "Zorunluk ve sağın evrensellik bir a priori bilginin güvenilir irasallarıdır ve ayırlamamacasına birbirlerine aittirler [zorunluk = evrensellik]" (AUE, B 4). Ve Kant bu zorunluk ve evrenselliğin mantıksal değil ama sezgisel olduğunu ekler. "Burada da sezgiden yardım alınmalıdır ve sentez ancak onun aracılığıyla olanaklıdır."

Kant'ın mantıktan ne anladığını anlamanın 'felsefe'sinin değerini anlama konusunda sonsuz önemi vardır ve bu değerlendirme sık sık ona başvuran yazarların 'felsefe' konusunda ne anladıklarını ve ne beklemediklerini de gösterecektir.

Önerme sentetiktir, der, çünkü "doğru kavramım [mein Begriff vom Geraden] büyüklük/nicelik ile ilgili hiçbirşey kapsamaz; tersine, kapsadığı salt bir niteliktir." Böylece, Kant'a göre, 'en kısalık' doğru çizgi kavramına özünlülük değil ama dışarıdan yapılan bir katkıdır. Her nasılsa yapılmayabilir: Ve bu durumda geometrik belitlerin olumsal olgu gerçeklikleri olacakları, ve hiçbir çelişkiye düşülmeksizin karşıtlarının da ileri sürülebileceği düşünülebilir. Non-Euclidean denilen geometriye Kant tarafından verildiği söylenen onayın mantığı budur.

Ama Kant bu denli irrasyonel değildir ve buna izin vermez: "Yüklem ['en kısalık'] hiç kuşkusuz o kavrama ['doğru çizgi'] zorunlu olarak bağlı olsa da, kavramın kendisinde düşünülmüş olarak değil, ama kavrama eklenmesi gereken bir sezgi aracılığıyla böyledir" [AUE, B 17] derken, burada 'sezgi' evrensellik ve zorunluk imler. Kant'ın yolu ne denli kaba saba olsa da, niyeti herşeye karşın bağlantıyı zorunlu görmektir, ve bu 'dışsal' zorunluk sezginin güvencesi altındadır. Bu sezgisel yapıdır, ekleme, katma vb. edimi yargının a priori olmasını, yine Kant'a göre zorunlu = evrensel olmasını sağlar. 'Sezgi'nin a priori öğeyi sağladığının kabul edilmesi ya da edilmemesi, bu yöntemin geçerliği başka bir sorundur.

Gerçekten de, bağlantının zorunlu ve evrensel olması ayrılabilir olan yüklemün öznedeki ayrılamaz olmasından başka birşeyi anlatmaz. Ama Kant a priori

sentetik dediği yargının bu eytişimsel doğasını da görmez. Kant o zaman en azından irrasyonel 'non-Euclidean' geometriye izin vermekle suçlanamaz. Ama aslında verse bile suçlanamaz. Çünkü Kant'ın geometriyi de yalnızca *görüngüye* sınırlayan ve realite ile ilgisini koparan 'kendinde-Şey'i görelilik kuramının istediği 'nesnel fiziksellik'e' olanak tanımaz ve Kant'ın kabul edeceği 'her' geometri yalnızca imgesel, görüngüsel, öznel bir 'geometri' olur. Kant'ın *özel-ciliğinin* gözardı edilmesi hiç kuşkusuz onun dizgesini bütünüyle başka birşeye çevirir, Aşkınsal Felsefe solipsistik kimliğini yitirir.

* * *

Ama Kant'ın sanılarının tersine, geometri ne olgusalığa ilgisizdir, ne de temellerinde sentetiktir. İşin gerçeği 'doğru çizgi'nin 'en kısıklık' özelliğini *kapsadığı*, ve geometrinin belitlerinin hiçbir biçimde sentetik olmadıklarıdır. Geometrik belitte söz konusu olan 'DOĞRULUK' *niteliği* değil, ama 'DOĞRU ÇİZGİ'dir, ve *doğru çizgi* özsel olarak *uzunluktur*, *NİCELİKTİR* (Kant sözcüklere açıkça dikkat etmez — ya da, *nicelik* kavramından kaçınması gerektiğini görür). Kant'ın doğru çizgide kapsanmadığını ve kavrama *dışarıdan* getirilmesi gerektiğini vurguladığı şey bu *nicelik* kategorisidir. Ama doğru çizgi uzaysallığın en yalın biçimi olarak *genelde nicelik*dir. Doğru çizgi, uzayın *saltık olumsuzlanmasını* anlatan, tüm uzayı kendi dışına atan ve uzay ile ilişkisi yalnızca bu olumsuzlama olan 'nokta'-dan ayrı olarak, *en yalın* uzaysal belirlenimdir, ilk uzaysal kategoridir. Uzunluk (ya da kısıklık) dışında hiçbir belirlenimi yoktur, ve başka bir bağlamda *boyut* denilen şeydir. Salt *doğru çizgi* olarak, dışında başka herhangi bir nokta ile, düzlem vb. ile ilişki içinde değildir (*eğrilik* dolaysızca bir düzleme geçildiğini gösterir). Bu *yalınlık* içinde, doğru çizgi *niceliğin* arı biçimidir, 'en' *yalın*, eş deyişle 'en' *küçük* nicelik, ve çizgi durumunda 'en' *küçük* hiç kuşkusuz 'en' *kısa* olandır. *Nicelik* çizgiye dışarıdan bir 'sentez' yoluyla katılan bir eklenti değil, tersine 'en kısa uzunluk' belirlenimi ile doğru çizginin mantıksal olanağıdır ve 'analitik' sözcüğüne verilen mantıksal anlama eksiksiz olarak karşılık düşer.

*Geometri konusunda sofistlerin kendileri denli bayat olan, ama bayat oldukları denli çocuksu da olan düşünceler modern çözümlemelerde hiçbir zaman eksik olmaz. Öklides'in belitleri ile yetinmeyerek, Hilbert kendi 'belit-kümeleri'ni getirir ve bunlardan bağlantı belitleri (*Axiome der Verknüpfung*) arasında şöyle bir örnekte bulunur: "I.3. Bir doğru çizgide her zaman en az iki nokta vardır" :: "Auf einer Geraden gibt es stets wenigstens zwei Punkte." Bu 'noktalar' sonsuz küçüklükler, ya da Öklides'in "parçası olmayan"ları, ya da, daha iyisi, "uzayın olumsuzlamaları" değildirler. Çünkü bu sonuncular sonsuz çoklukta bile olsalar yanyana dizildiklerinde bir çizgi değil ama ancak bir nokta oluşturacaklardır. Gene de, bir çizgi yalnızca iki noktadan oluşabiliyorsa, başka bir açıklama daha verilebilir ve söz konusu noktalar kurşun kalem ya da tebeşir noktaları olarak görülebilir. Sonsuz küçüklüğü (ve büyüklüğü) matematikten süren Hilbert'in sonsuz küçüklüğün kendisinden başka birşey olmayan 'noktayı' başlıyacağını beklemek gerekir. Hilbert aynı yerde (*Grundlagen der Geometrie*, Leipzig ve Berlin, 1930, s. 180) düzlemin tanımını şöyle verir: "Düzlem nokta denilen *Şeylerin* bir dizgesidir" :: "Die Ebene ist ein System von Dingen, welche Punkte heißen." Hilbert "nokta" demeyi bile istemez ve "nokta denilen Şey" der. Öklides'in tanımında "parçası olmayan" anlatımı ile tanımlanan kavram hiç kuşkusuz bir *Das Ding* değildir.

Buna karşı irrasyonalist tutum ‘Kısa olan eğri olandır’ der. Bunun bir abartma olduğunu, gerçekte böyle birşeyin ileri sürülmediğini düşünmemeliyiz, çünkü irrasyonalizm bu çelişki nedeniyle irrasyonalizmdir, ve bu bozuk önerüsümü yadsıdığı zaman, geriye karşı çıkılacak hiçbirşey kalmaz. Geodezik bir eğridir, kürenin saltık olması denli saltıktır, ve küre yüzeyinde en kısa çizgi koşuluyla yalnızca o yerine getirir. Bu ussaldır. Ama geometrinin ‘non-Euclidean’ olması için bu eksiksiz olarak ussal olan belirlenimler uygun değildir. Bunun için özellikle *eğri* çizginin ‘doğru’ olduğunun ileri sürülmesi gerekir! Ve sürülür! Yoksa geometri ‘non-Euclidean’ olmayacak, usdışı olmayacaktır! Ussal olacaktır.

Göreci irrasyonalizmin savunucuları Geometriyi irrasyonelize etmek için *koşutluk konutlamasını* reddetmenin yeterli olmadığını görürler ve beşincinin yanında *ikinci* konutlamanın, ‘doğru çizgi’ konutlamasının da reddedilmesi gerektiğini ileri sürerler. Burada bu tutuma moronluğun eşlik ettiğini görmeliyiz, çünkü Geometriyi *yoketmek* için yalnızca *ikinci* konutlamayı, ya da yalnızca *birinci* konutlamayı, “herhangi bir noktadan herhangi bir noktaya doğru bir çizgi çizilebilir” önermesini reddetmek yeterlidir: Doğru çizgiyi çürütmeksizin koşutluk belitini çürütmeye çalışmak önce birincinin çürütülmesine geri teper.*

Bir geodezik, ne denli *küçük* olursa olsun, isterse sonsuz küçüklükte olsun, bir çizgi olduğu sürece bir eğridir, bir değil ama *iki* düzlemi tanımlar (küre yüzeyi ve büyük daire). Ve bir geodezik sezgisel olarak, imgesel olarak bir küre ve bir ekvator tasarımlarına ulaşabilen her insan beyni için yalnızca ve yalnızca açık ve seçiktir. Ama bir ‘doğru çizgi’ nin en sonunda kendi üzerine dönüp bir daire ‘oluşturması,’ bu saçmalığı ileri sürenlerin de kabul ettikleri gibi, hiç kuşkusuz *doğal sezgiye* bile aykırıdır. Ve gene de sezgiye-aykırılıkta, bu irrasyonalizmi satabilmek için, bir aptallık değil ama derin bir bilgeliğin yattığı imlenir. Burada gerçekten de derin bir şeyle karşılaşırız. Ama ne denli derinse o denli karanlıktır. Bu usdışına başvurulur, çünkü *ikinci* konutlamanın yadsınması görelilik kuramı için, evrenin sonlu bir ‘küre’ olduğunun ileri sürülebilmesi ve buna ‘geometrik’ bir destek yaratabilmek için, saltık olarak zorunludur.

Matematiksel olarak n boyutta çalışabiliriz. Ama bunların *edimsel* uzay boyutları oldukları sanısı ancak düşüncesine, usuna güven duygusunu bütünüyle yitirmiş bir kuşkuculuğa yararır. Sorun özellikle doğa bilimleri durumunda salt biçimsel, salt mantıksal değildir: Mantıksal olan o denli de olgusalılığı, varoluşu ilgilendirir. Ve geometrinin konutlamaları özellikle varoluşu ilgilendiren önermelerdir. varoluş konutladıkları için konutlamalardır.

Vargı

Fizikçilerin Görelilik Kuramına genel yaklaşımları *yaygın olarak kabul görmesini* doğruluğunun bir kanıtı olarak almaktır. Bütünüyle haklı olarak, çünkü kuramın *anlaşılır olmaması, usdışı ve sözde duyusal-temelli olması* olgusu karşısında onun için geçerli bir inandırıcılık ölçütü olanaksızdır. Bilimi *gerçek-*

lişe ilgisiz, yalnızca *olasılık, tahmin, görüş, sanı* ile ilgili öznel bir uğraş olarak gören *pozitivizme* göre bir kuram ancak 'bilimsel topluluk' tarafından onaylanırsa bilimseldir. Pozitif bilim ve onun kendisinden daha iyi olmayan pozitivizm bir madalyonun yalnızca iki yanındır.

Doğal bilinç her yanlış durumunda olduğu gibi bu modern yanılgıyı da besleyen zemindir. Kavramsal olanı yargılama yetkinliğinden yoksun olarak, kuramı ona sunan bakış açısı ile aynı düzlemde durur. Einstein'ın görelilik yorumuna başından dolaysızca *doğrulanacak* ve sorgusuzca *bellenecek* bir konu olarak yaklaşır. Sözde Kuşkuculuğunun gerçekte İnakçılık olduğunu gösterir. Kavramsal donatımdan yoksun olarak, örneğin "ışık bükülen uzayda eğri bir çizgi izleyerek yayılır," "sonsuz sayıda uzay birbirine karşı devinir," ya da "uzay-zaman süreklisi genişler ya da sıkışır" gibi düşlemsel bile olamayan anlatımları anlamaksızın onaylar. Küçük bir çocuğa seslenircesine babacan, yetkeci bir dil kullanan *göreci* söylemin sık sık mantıksal değil, semantik bile olamayan bildirimlerine yenik düşer, kendini ona sunulan irrasyonelizme uyarlayabilmek için olanaksız çabalara girişir. Başka türlü olabileceği, doğanın, evrenin anlaşılmaz, usdışı olmasının zorunlu olmadığı düşüncesi kafasından bile geçmez. Genel görüşe karşı çıkabilmek normal olarak güçtür. Ve insanların çoğunluğu görüşlerini ve yaşamlarını normal ölçünlere uyarlarlar. Zamanla bilinçleri yerleşik herşeyin temsilcisi, savunucusu ve sürdürücüsü olur, bir alışkanlık yapısına pıhtılaşır. Ama alışkanlık ölümdür.

Soyut düşünemeyen, duyuşal-algıya dayanmaksızın *arı kavramlar* düzleminde düşünemeyen bilinç uzayı *duyuşal-algı* yoluyla imgelemenin ötesine geçemez. Nokta, çizgi vb. gibi geometrik *kavramlar* onu ürkütür ve pergel-cetvel geometrisine geri döner; *dx, dy, dz, ds, dt* vb. gibi sonlu ve aynı zamanda sonsuz küçüklükleri siler ve gene de yaptığı şeyin kalkülüs olduğunu düşünür.

Capra "modern fiziğin kavramları ve Uzak Doğunun felsefi ve dinsel gelenekleri arasındaki ilişkiyi araştırma" yolunda *The Tao of Physics*'te (1975; s. 18) şöyle yazar:

"Yirminci yüzyıl fiziğinin iki temelini — nice kuramı ve görelilik kuramı — her ikisinin de bizi dünyayı çok büyük ölçüde bir Hindunun, Budistin ya da Taocunun gördüğü yolda görmeye nasıl zorladığını, ve mikroskop-altı dünyanın fenomenlerini, tüm özdeği oluşturan atom-altı parçacıkların özellik ve etkileşimlerini betimleyebilmek için bu iki kuramı birleştirmeye yönelik son girişimlere baktığımız zaman, bu benzerliğin nasıl güçlendiğini göreceğiz. Burada modern fizik ve Doğu gizemciliği arasındaki koşutluklar çok çarpıcıdır, ve sık sık fizikçi tarafından mı yoksa Doğulu gizemci tarafından mı yapıldıklarını söylemenin hemen hemen olanaksız olduğu bildirimlerle karşılaşacağız."

Einstein'ın kendisi 1949'da onu yetmişinci yaşı dolayısıyla kutlayan bir

dostuna, Maurice Solovine'e şunları yazdı: "Şimdi geriye çalışmama dingin bir doyumla baktığımı düşünüyorsun. Ama daha yakından bakarsak, durum bütünüyle başka türlü. Ayakta kalacağına inandığım tek bir kavram bile yok, ve herşey bir yana, doğru izin peşinde olduğumdan bile emin değilim" :: "Now you think I am looking back at my work with calm satisfaction, but on a closer look, it is quite different. There is not a single concept of which I am convinced that it will stand firm, and I am not sure that I was on the right track after all." Tanrı zar atmasa da, Einstein zar atmada hiçbir zaman duraksama göstermedi. Ve oyununu Usa karşı, Bilime karşı, özdeksel/yasal Evrenin kendisine karşı oynadı.

Abraham Pais ödül kazanan bir fizikçidir ve Einstein'ı yaşamının son dokuz yılı boyunca yakından tanımıştır. 'Subtle is the Lord...' *The Science and the Life of Albert Einstein*'da Einstein'ın kendi sözleriyle "unscrupulous opportunist" :: "duyuncusuz/ahlaksız bir fırsatçı" olduğunu yazar. Einstein'ın dehası bilimde olmasa da bilimi bozmada olağanüstü başarılı oldu. Yaptığı şeyin bir saçmalık olduğunu ve dürüst davranmadığını çok iyi biliyordu. Ama 'bilimsel topluluğun' ondan neyi beklediğini çok iyi anladı ve kraldan fazla kralcıların sunduğu yalancı doyumunu reddetmeyi istemedi. Bu yazgı bir fizikçiler kuşağı, düşüncesiz ve duyuncusuz bir medya, ve bilim ve fizik konusunda hiçbir özsel ve ciddi bilgisi olmayan taraftandan belirlendi. Einstein ondan beklenen pop-star rolünü seve seve oynadı.

NOTLAR

Not 1. Deneyim. Gözlem ve deneyim, doğal sanının tersine, *bilgi ve gerçeklik* vermezler. Genelleme ya da tümevarıma gereç sağlayarak, sonunda ancak *yaklaşık* bilgi, *yaklaşık* gerçeklik, ya da yalın olarak *olasılık* dediğimiz şeyi verirler. Bu ise sözcüğün sağın, e.d. kavramsal anlamında hiçbir biçimde 'bilgi' değildir. Felsefe bu yüzden Doğa Bilimlerinin *Doğa Felsefesinin mantıksal* sınamasından geçmeleri gerektiğinde diretir. Buna karşı, yine gözlem ve deneyimin ancak zorunlu ve evrensel olmayan tümevarımlara izin verdiğini gören görgücülük bilimin *gerçeklik savında olamayacağı*, böyle bir haddini bilmezlikten vazgeçmesi gerektiğini, aslında bilimin 'bilim' olmasının olanaksız olduğunu ileri sürer. Eddington'un Einstein'ın bütün girişimini yadsıyan şu sözleri kuram ve gözlem arasındaki ilişkinin doğru bir kavrayışını verir: "It is also a rule not to put overmuch confidence in the observational results that are put forward until they are confirmed by theory" :: "Ortaya koyulan gözlem sonuçlarına kuram tarafından doğrulanıncaya dek çok fazla güvenmemek de iyi bir kuraldır." (Arthur Stanley Eddington; aktaran Donald E. Simanek, John C. Holden, *Science askew*, 2001, s. 18.)

Kuram olmaksızın, gözlem ve deney hiçbirşeydir! Daha tam olarak, kavram gözlemden türetilen ya da çıkarsanan değil, ama tersine kendisi gözlemi olanaklı kılandır. Uyguladığımız kavramlar neyse, gözlem ve deneyimiz odur. Ne daha azı ne de daha çoğu. Bilim hiç kuşkusuz gözlem ve deneyimden başlar. Ama gözlem ve deneyimin kendileri daha şimdiden kavramsal yapılar olmadıkları süreçte hiçbirşey başlamaz.

Gözlem ve deneyim yalnızca mantıksal sınamadan geçmemiş mantıktır, eytişiminin bilincinde olmayan eytişimdir. Aklanmamış bilgidir. Bilgiyi yalnızca ve yalnızca *kavramın mantığı* aklayabilir, yalnızca ve yalnızca *dizgesel düşünce*, ve daha tam olarak eytişimsel düşünce aklayabilir. Bilgiyi bilgi aklayabilir.

Tüm mantıksal pozitivism, tüm modern 'bilim felsefeciliği' denilen şey bilimi bir duyusal-veri türevi yapmaya çalışarak, ve kavramı, düşünceyi, kuramı bir yana atarak, gerçekte yalnızca ve yalnızca hiçbir temeli olmayan bir kuşkuculuk adına insan usunun bilim hakkına karşı çıkar. Ve bu tutumu 'bilimsel' sayar. Doğal bilincin böyle açık olguları kendi doğal kaynakları ile kavramada yaşadığı güçlük bu 'doğal' düzlemde, düşüncenin bu salt 'kendiliğinden' işleyiş alanında felsefe yapılamayacağını, işin gerçeğinin öğrenilemeyeceğini, gerçeklik sorununa, bilim ve felsefeye çok daha ciddi bir kararlar yaklaşılması gerektiğini gösterir. Burada konu üzerine daha öte ayrıntıya girmemiz gereksizdir.

Not 2. Görelilik Kuramını Anlayan Üçüncü Kişi. Yaşamının son dokuz yılı sırasında Einstein'ı kişisel olarak tanımış Nobel ödüllü bir fizikçi olan Dr. Abraham Pais görelilik kuramının anlaşılabilirliği üzerine aşağıdaki öyküyü anlatır (" 'Subtle is the Lord ...' The Science and the Life of Albert Einstein," s. 46):

"Ortalama fizikçinin görelilik kuramını anlayamayışı sorunu konusunda Dr. S. Chandrasekhar, Nobel ödüllü bir fizikçi, "Einstein and general relativity: Historical perspectives" başlıklı bir makalede şunları yazar:

"Royal Society'nin 6 Kasım 1919 toplantısı bugün bile (gerçi çok sulandırılmış bir biçimde de olsa) sürmekte direten bir mitin doğuşuna da yol açtı: "Dünyada yalnızca üç insan göreliliği anlar." Eddington [bir] söyleşi sırasında bu mitin kökenini açıkladı.

"O sıralar Royal Society'nin Başkanı olan Thompson toplantıyı şu bildirimle sonlandırdı: "İtiraf etmem gerek ki Einstein'ın kuramının gerçekte ne olduğunu henüz hiç kimse duru bir dilde bildirmeyi başarmış değildir." Ve Eddington'un anımsadığına göre, toplantı dağılırken Ludwig Silberstein (görelilik üzerine ilk kitaplardan birinin yazarı) yanına gelip şunları söyledi: "Profesör Eddington, dünyada genel göreliliği anlayan üç kişiden biri siz olmalısınız." Eddington'un karşı çıkması üzerine, Silberstein "Alçakgönüllü olma, Eddington" karşılığını verdi. Ama Eddington'un yanıtı şu oldu: "Tersine, üçüncü kişinin kim olduğunu düşünmeye çalışıyorum!"

Not 3. Görgül Yanıtlamanın Değeri. Karl Popper yanıtlanabilirliğin doğrulanabilirlik de olduğu anlamayacak kadar iyi bir pozitivisttir. Aslında gördüğünden de iyi bir pozitivisttir, çünkü sınırlı sayıda bir yanıtlamanın doğrulanabilirlik olasılığını açık bıraktığını görmeyi de başaramaz. *Görgül* bir yanıtlamanın bilimsel ya da belirleyici değeri olgunun kuramı sınamasına dayanır. Ama olgu ondan başka olgular için birşey söyleyemez. Yanıtlanabilme beklentisi içindeki bir kuram kuşkudur ve yanıtlandıktan sonra değer kazanmaz, çünkü doğrulanamayacağı yanıtlanmış olmaz. Görgül olarak yanıtlanabilen pekala yine görgül olarak doğrulanabilir. Ya da, görgül yanıtlama da tıpkı görgül doğrulama gibi *olasılık* düzleminde kalır, bir tümevarımın değerinden ötesine, hiçbir zaman bilgiye, gerçekliğe, evrensel yasaya ulaşmaz. Bu pozitivist konumdan çıkan biricik mantıksal sonuç kuram, gerçeklik, bilim gibi kavramlardan vazgeçilmesi gerektiğidir. Ve kuşkuculuk bu gereği yerine getirir.

Ancak *eksiksiz olarak mantıksal olan* yanıtlanamaz, çünkü mantıksal bağıntı kavramının bağlantisidir, daha öte desteğe gerekli olmayan son aklama noktasıdır. Pekala bu bakış açısına, *mantıksal* için güvene karşı çıkılabilir. Ama bu tutumun kendisi 'mantıksal' değil, 'rubibilimsel' ya da 'ruhsal'dır, nesnel değil ama *özel* dediğimiz şeydir. Örneğin yerçekimi, itme ve çekme kuvvetlerinin birliği olarak, özdeğin mantıksal ve olgusal zemindir. Newton ise evrensel yerçekimi 'yasası' dediği şeyi (aslında tek-yanlı 'çekme' kuvvetini) görgül 'fenomenleri gözleyerek' çıkardığını söylüyor ve bu genellemenin tüm sonuçlarını kabul ediyordu — yasa'nın 'sağlam' ya da 'saltık' olmadığını. (*Principia* bu 'usamlama' yollarını doğrudan doğruya sergiler ve bunların *yorum* olmadıkları kolayca görülebilir.)

Not 4. EPR. Einstein Podolsky, Rosen 1913'te "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" başlıklı bir yazı yayımladılar. Söz konusu EPR 'deneyi' dalga işlevinin kozmolojik uzaklıklar boyunca bile eşzamanlı olarak çıktığını, böylece nice-düzeneksel etkilerin yerel olmadıklarını, uzayı gözardı ettiklerini, ışık hızından daha büyük bir hızla yayıldıklarını doğrular.

ALBERT EINSTEIN
ÖZEL VE GENEL
GÖRELİLİK KURAMI ÜZERİNE

Önsöz

Bu kitapçık genel bir bilimsel ve felsefi bakış açısından kurama ilgi duyan, ama kuramsal fiziğin matematiksel aygıtı ile tanışık olmayan okurlara Görelilik kuramı üzerine olanaklı en sağın kavrayışı iletmek için amaçlanmıştır. Çalışma bir olgunluk sınavına karşılık düşen bir eğitim düzeyini ve — kitapçığın kısalığına karşın — okurdan yana önemli ölçüde bir dayanç ve istenç gücünü varsayar. Yazar ana düşünceleri en duru ve en yalın biçimde sunmak, ve bütün olarak alındığında, bu düşünceleri edimsel olarak ortaya çıkışlarının sıra ve bağıntıları içinde sunmak için kendini hiçbir sıkıntıdan esirgememiştir. Duruluk çıkarına, sunuş inceliğine en küçük bir biçimde dikkat etmeksizin sık sık yinelemelerde bulunmak bana kaçınılmaz göründü; o parlak kuramcının, L. BOLZMANN'ın incelik sorunlarının terziye ve ayakkabıcıya bırakılması gerektiğini bildiren ilkesine büyük bir özenle sarıldım. Okuru konunun temelinde yatan güçlüklerden geri çektiğimi sanmıyorum. Buna karşı, kuramın görgül fiziksel altyapısını amaçlı olarak bir “üvey-anne” tavrı içinde ele aldım, öyle ki fizikle tanışık olmayan okur ağaçlar uğruna ormanı görmeyen gezgin gibi dolanıp durmasın. Kitapçığın birçoklarına bir kaç saatlik esinlendirici düşünce getirebilmesi dileğiyle!

Aralık 1916
A. EINSTEIN

¹Özel görelilik kuramının matematiksel temelleri B. G. Teubner tarafından “Fortschritte der mathematischen Wissenschaften” başlıklı monograflar derleminde “Das Relativitätsprinzip” başlığı altında çıkan özgün incelemelerde — H. A. LORENTZ, A. EINSTEIN, H. MINKOWSKI tarafından — ve ayrıca M. LAUE'nin ayrıntılı kitabı “Das Relativitätsprinzip”te (Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig) bulunur. Genel görelilik kuramı değişmezler-kuramının ilgili matematiksel desteği ile birlikte yazarın “Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie” başlıklı broşüründe ele alınır (Joh. Ambr. Barth, 1916); bu broşür özel görelilik kuramı ile belli bir tanışıklığı varsayar.

On Beşinci Yayına Not

Bu yayımda genel olarak uzay sorunu üzerine ve ayrıca uzay düşüncelerimizin göreci bir bakış açısının etkisinden doğan aşamalı değişimleri üzerine görüşlerimin bir sunuluşunu bir beşinci Ek olarak, ekledim. Uzay-zamanın zorunlu olarak fiziksel olgusallığın edimsel nesnelere bağımsız olarak ayrı bir varoluş yüklenilecek birşey olmadığını göstermeyi istedim. Fiziksel nesnelere *uzayda* değildirler, ama bu nesnelere *uzaysal olarak uzamlıdır*lar. Bu yolda 'boş uzay' kavramını anlamını yitirir.

9 Haziran 1952

A. EINSTEIN

Bölüm Bir

Özel Görelilik Kuramı Üzerine

§ 1 Geometrik Önermelerin Fiziksel İçeriği

Okul günlerinde, sevgili okur, hiç kuşkusuz sen de ÖKLİDES'in geometrisinin soylu yapısı ile tanıştın, ve titiz öğretmenler tarafından sayısız saatler boyunca yüksek merdivenlerinde kovalandığın o görkemli yapıyı belki de sevgiden daha çok saygı ile anımsıyor olmalısın. Bu geçmiş bilgilerle, bu bilimin en kıyıda köşede kalmış önermesinin bile gerçek olmadığını bildiren birine hiç kuşkusuz küçümseyerek bakardın. Ama eğer biri sana “Peki bu önermelerin gerçek olduğu önesürümü ile ne demek istiyorsun?” diye soracak olursa, belki de bu gururlu güven duygusu hemen yitip gidecektir. Bu soru üzerinde biraz daha duralım. Geometri kendileri ile az çok açık tasarımları bağlayabildiğimiz düzlem, nokta ve doğru gibi belli temel kavramlardan, ve bu tasarımlardan ötürü “gerçek/*wahr*” olarak kabul etme eğiliminde olduğumuz belli yalın önermelerden (belitler) yola çıkar. Sonra, aklanmasını kabul etmek zorunda olduğumuzu duyduğumuz mantıksal bir yöntem temelinde, tüm geri kalan önermeler bu belitlere dayandırılır, e.d. tanımlanır. Bir önerme kabul edilen yolda belitlerden türetildiği zaman doğru [*richtig*] ya da “gerçek”tir [*wahr*]. Tek tek geometrik önermelerin “gerçekliği” sorusu böylece belitlerin “gerçekliği” sorusuna indirgenir. Oysa son sorunun yalnızca geometrinin yöntemleri tarafından yanıtlanamaz olduğu değil, ama genel olarak kendinde anlamsız olduğu çoktandır bilinmektedir.

İki noktadan yalnızca *bir* doğru çizginin geçtiğinin doğru olup olmadığını soramayız. Yalnızca ÖKLİDES geometrisinin “doğru çizgi” dediği ve yalnızca noktalarından ikisi yoluyla ikircimsiz olarak belirlenme özelliğini yüklediği

şekilleri ele aldığı söylenebilir. “Gerçek/*wahr*” kavramı arı geometrinin bildirimlerine uymaz, çünkü “gerçek” sözcüğü ile en sonunda her zaman “olgusal/*reale*” bir nesne ile bağdaşmayı belirtme alışkanlığımızdır; oysa geometri kendi kavramlarının deneyim nesnelere ile ilişkisini değil, ama yalnızca bu kavramların kendi aralarındaki mantıksal bağlantıyı ele alır.

Buna karşın, niçin geometrinin önermelerini “gerçek” olarak belirtme yönünde bir kışkırtma duyduğumuzu açıklamak kolaydır. Çünkü geometrik kavramlar az çok doğadaki sağın nesnelere karşılık düşerler, ve bu sonuncular hiç kuşkusuz o kavramların doğuşunun biricik nedenleridir. Geometri yapısına olanaklı en büyük mantıksal tutarlılığı verebilmek için böyle bir yoldan uzak durmalıdır; örneğin herhangi bir uzaklıktaki iki işaretli konumu hemen hemen katı *bir* cisim üzerinde görme alışkanlığı düşünme alışkanlıklarımıza derinden yerleşmiştir. Dahası, eğer üç noktanın görünürdeki yerleri gözlem yerinin uygun bir seçimi yoluyla tek bir göz ile gözlem için çakıştırılabilirse, bunları doğru bir çizgi üzerinde bulunuyor sayma alışkanlığımızdır.

Eğer, düşünme alışkanlığımızı izleyerek, şimdi ÖKLİDES geometrisinin önermelerine hemen hemen katı bir cismin iki noktası, cismin uğrayabileceği herhangi bir konum değişiminden bağımsız olarak, her zaman aynı uzaklığa (açıklık) karşılık düşer biçimindeki tek bir önermeyi eklersek, ÖKLİDES geometrisinin önermeleri hemen hemen katı cisimlerin olanaklı görelî konumları üzerine önermeler olurlar.¹ Böyle bütünlenen geometri o zaman fiziğin bir dalı olarak ele alınır. Şimdi böyle yorumlanan geometrik önermelerin “gerçeklikleri” haklı olarak sorgulanabilir, çünkü bu önermelerin geometrik kavramlara altgüdümlü kıldığımız o olgusal şeyler için geçerli olup olmadıkları sorgulanabilir. Daha az sağın bir konuşma yoluyla, geometrik bir önermenin bu anlamdaki “gerçekliği” ile cetvel ve pergel ile bir çizim durumundaki geçerliğini anladığımızı söyleyebiliriz.

Hiç kuşkusuz geometrik önermelerin bu anlamda “gerçeklikleri”ne ilişkin kanı doğallıkla yalnızca ve yalnızca tam olmaktan oldukça uzak deneyimler üzerine dayanır. İlk olarak geometrik önermelerin o gerçekliğini varsayacağız, öyle ki daha sonra irdelememizin son bölümünde (genel görelilik kuramında) bu gerçekliğin sınırlı olduğunu ve ne düzeye dek sınırlı olduğunu görebilelim.

§ 2 Koordinatlar Dizgesi

Uzaklığın belirtilmiş olan fiziksel yorumu temelinde, ayrıca katı bir cismin iki noktası arasındaki uzaklığı da ölçümler temelinde saptayacak bir durumdayız.

¹Böylelikle bir doğal nesne de doğru çizgiye altgüdümlüdür. Bir katı cisim üzerinde *A* ve *C* noktaları verildiğinde *B* noktası *AB* ve *BC* uzaklıklarının toplamının olanaklı en küçük uzaklık olacağı bir yolda seçilirse, *A*, *B* ve *C* gibi üç nokta doğru bir çizgi üzerinde yatarlar. Bu tam olmayan öneri bu bağlamda yeterli olabilir.

Bu amaç için gereken şey ne olursa olsun her durumda işe yarayacak ve bir ölçün birim olarak kullanılacak bir uzunluktur (S çubuğu). Eğer şimdi A ve B katı bir cismin iki noktası ise, onları birleştiren doğru çizgi geometrinin yasalarına göre çizilebilir; bundan sonra bu bileştirme çizgisinin üzerinde S uzunluğunu A' dan başlayarak B' ye ulaşıncaya dek ardarda işaretleyebiliriz. Bu işaretlemelerin yineleme sayısı AB uzaklığının sayısal ölçüsüdür. Tüm uzunluk ölçümü buna dayanır.²

Bir olayın ya da bir nesnenin yerinin her uzaysal betimlemesi katı cismin (gönderme-cismi) o olay ile çakışan bir noktasının belirtilmesi üzerine dayanır. Bu yalnızca bilimsel betimleme için değil ama gündelik yaşam için de geçerlidir. Eğer “Berlin’de, Potsdam Alanı’nda” yer bildirimini çözümlersem, şunları anlatır: Yer in bildiriminin bağıntılı olduğu katı cisim yeryüzüdür; onda “Berlin’deki Potsdam Alanı” işaretli, bir adı olan ve olayın uzaysal olarak kendisiyle çakıştığı bir noktadır.³

Bu ilkel yer bildirme yolu yalnızca katı cisimlerin yüzeyleri üzerindeki yerleri tanıyabilir, ve bu yüzeyin ayırıldilebilir noktalarının bulunmasına bağlıdır. Ama yer bildirimini özünde hiçbir değişikliğe uğramaksızın, insan anlığının kendini bu sınırlamaların her ikisinden de nasıl kurtardığını görebiliriz! Örneğin eğer bir bulut Potsdam Alanı üzerinden geçiyorsa, o zaman onun dünya yüzeyi ile göreliliğini Alan üzerine buluta ulaşıncaya dek dikey olarak yükselen bir direk dikerek saptayabiliriz. Direğin ölçün birim ile ölçülen uzunluğu direğin ayak noktasının yerinin bildirilmesi ile birlikte yeri tam olarak verir. Bu örnekle yer kavramının bir inceltilmesinin hangi yolda yer aldığını görebiliriz.

a) Yer bildiriminin bağıntılı olduğu katı cisme öyle bir yolda ekleme yapılar ki, tamamlanmış katı cisim yerini saptamayı istediğimiz nesneye ulaşır.

b) Yeri belirlemek için, sözü edilen işaret noktaları yerine bir *sayıdan* (burada direğin [birim] ölçün ile ölçülen uzunluğu) yararlanılır.

c) Buluta ulaşan direk hiç dikilmemiş olduğunda bile bulutun yüksekliğinden söz ederiz. Bizim durumumuzda, buluta ilişkin olarak yerdeki değişik konumlardan yapılan optik gözlemlerden, ve ışığın yayılma özellikleri göz önüne alınarak, direğin buluta ulaşabilmek için hangi uzunlukta olması gerektiği saptanır.

Bu irdelemeden görüldüğü gibi, eğer sayısal ölçümlerin kullanımını yoluyla kendimizi yer bildiriminin ilgili olduğu katı cisim üzerinde işaretlenen ve adlandırılan noktaların varoluşundan bağımsız kılmak olanaklıysa, bu yer betimleme için bir üstünlük sağlayacaktır. Ölçme fiziğinde buna Kartezyen koordinat dizgesinin uygulanması yoluyla erişilir.

Bu birbirlerine dik ve katı bir cisme bağlı olan üç katı, düzlem yüzeyden

²Burada hiç kuşkusuz ölçümün sonuna dek yapıldığı, e. d. bir tam sayı verdiği varsayıldı. Bu güçlük bölümlü cetvellerin kullanımıyla giderilir, ve bunların getirilmesi ilkede yeni bir yöntem gerektirmez.

³Burada “uzaysal çakışma” anlatımının neyi imlediği konusunda daha öte bir araştırma zorunlu değildir; çünkü bu kavram tek tek olgusal durumlarda elverişli olup olmadığı konusunda görüş ayrılıklarının ortaya çıkamayacağı denli açıktır.

oluşur. Bir koordinat dizgesine göreli olarak herhangi bir olayın yeri ondan o üç düzlem yüzeye düşürülebilen üç dikeyin ya da koordinatın (x, y, z) uzunluklarının bildirilmesi yoluyla betimlenecektir (bkz. şekil 2, s 73). Bu üç dikeyin uzunlukları katı çubuklar ile ÖKLİDES geometrisinin yasa ve yöntemlerine göre belirlenen bir dizi işlem yoluyla saptanabilir.

Uygulamada o koordinat dizgesini oluşturan katı yüzeyler çoğunlukla çizilmezler; dahası, koordinatların uzunluğu edimsel olarak katı çubuklarla yapılan çizimler yoluyla değil, ama dolaylı olarak saptanır. Eğer fiziğin ve gökbilimin sonuçları bulanıklık içine düşmeyecekse, yer bildirimlerinin fiziksel anlamı her zaman yukarıdaki açıklamalara uygun olarak aranmalıdır.⁴

Böylece şu sonuçları elde ederiz: Olayların her uzaysal betimlemesi böyle olayların uzaysal olarak ilişkili oldukları bir katı cisimden yararlanmayı gerektirir. Bu ilişki “uzunluklar” için ÖKLİDES geometrisinin yasalarının geçerli olduğunu varsayar ki, burada “uzunluk” fiziksel olarak bir katı cisim üzerindeki iki işaret yoluyla temsil edilir.

§ 3 Klasik Mekanikte Uzay ve Zaman

Eğer mekaniğin görevlerini ciddi olarak düşünmeksizin ve ayrıntılı açıklamalar olmaksızın “Mekanik cisimlerin uzaydaki yerlerini zaman ile nasıl değiştirdiklerini betimlemeyi üstlenir” diyerek formüle etseydim, o zaman duyuncumda kutsal duruluk tinine karşı öldürücü bir günah işlemiş olurum; ilkin bu günahların ortaya serilmesi gerekir.

Burada “yer” ve “uzay” ile neyin anlaşılacağı açık değildir. Biçimdeş olarak yol almakta olan bir demiryolu vagonunun penceresinde durur ve bir taşı fırlatmadan demiryolu seti üzerine bırakırım. Sonra (hava direncinin etkisini gözardı ederek) taşın doğru bir çizgide düştüğünü görürüm. Bu yaramazlığı bir patikadan gözleyen bir yaya taşın dünyaya parabolik bir eğride düştüğünü görür. Şimdi soruyorum: Taşın geçtiği “yerler” “gerçekte” doğru bir çizgi üzerinde mi yoksa bir parabol üzerinde mi yatarlar? Dahası, burada “uzayda” devim neyi imler? § 2’deki irdemelerden yanıt kendiliğinden açıktır. İlk olarak, dürüstlikle kabul etmemiz gerektiği gibi, altında en küçük birşey düşünemediğimiz bulanık “uzay” sözcüğünü bütünüyle bir yana atar ve yerine “pratikte katı bir gönderme-cismi ile göreli devim”i geçiririz. Gönderme-cismine (demiryolu vagonu ya da toprak) göreli yerler önceki kesimde daha önce ayrıntılı olarak tanımlanmışlardır. Eğer “gönderme-cismi” yerine matematiksel betimleme için yararlı bir kavram olan “koordinat dizgesi”ni geçirirsek, şunu söyleyebiliriz: Taş vagona katı olarak bağlı bir koordinat dizgesine göreli olarak bir doğru çizgi betimlenirken, yere katı olarak bağlı bir koordinat dizgesine göreli olarak bir parabol betimler. Bu

⁴Bu görüşlerin inceltilmesini ve değiştirilmesini ilkin bu kitapçığın ikinci bölümünde irdelenen genel görelilik kuramı zorunlu kılar.

örnekte açıkça görülür ki kendinde bir yol-eğrisi⁵ değil, ama yalnızca tikel bir gönderme-cismine göreli bir yol-eğrisi vardır.

Ama devimin *tam* bir betimlemesi ilkin cismin konumunu *zaman ile* nasıl değiştirdiğinin belirtilmesiyle ortaya çıkar, e.d. yol-eğrisi üzerindeki her nokta için cismin ne zaman orada bulunduğu belirtilmelidir. Bu veriler öyle bir zaman tanımı ile tamamlanmalıdır ki, bu zaman-değerleri bu tanım dolayısıyla ilkede gözlemlenebilir büyüklükler (ölçümlerin sonuçları) olarak görülebilmelidir. Eğer klasik mekaniğin zemininde durursak, örneğimiz için bu gereği şu yolda karşılayabiliriz. Sağın olarak özdeş yapıllı iki saat düşünürüz; birini demiryolu vagonunun penceresindeki adam tutarken, ötekini patikadaki adam tutar. Her ikisi de elinde tuttuğu saat tıkladığı zaman taşın ilgili gönderme-cisminde tam olarak hangi konumda bulunduğunu saptar. Burada sağınıktan ışığın iletim hızının sonluluğunun yol açtığı uzaklaşmayı göz ardı ettik. Bunu ve burada bulunan ikinci bir güçlüğü daha sonra ayrıntılı olarak ele alacağız.

§ 4 GALİLEO Koordinatlar Dizgesi

İyi bilindiği gibi, GALİLEO-NEWTON mekaniğinin süredurum yasası adı altında bilinen temel yasası şöyle anlatılır: Başka cisimlerden yeterince uzaklaşmış bir cisim bir dینگinlik ya da doğru bir çizgide biçimdeş devim durumunu sürdürür. Bu yasa yalnızca cisimlerin devimi üzerine değil, ama ayrıca mekanikte kabul edilebilir ve mekanik betimlemede kullanılabilir gönderme-cisimleri ya da koordinat dizgeleri üzerine de birşeyler söyler. Üzerlerinde süredurum yasasının hiç kuşkusuz en büyük yaklaşıklık derecesi ile uygulanabileceği cisimler görülebilir durağan yıldızlardır. Şimdi eğer dünyaya katı olarak bağlı bir koordinat dizgesi kullanırsak, o zaman bu dizgeye göreli olarak her durağan yıldız bir (gökbilimsel) günün sürecinde çok büyük yarıçaplı bir daire betimler, ki süredurum yasasının anlatımı ile çelişir. Bu yüzden eğer bu yasaya bağlı kalırsak bu devimleri yalnızca durağan yıldızların kendileri ile göreli olarak dairesel bir devim yerine getirmedikleri koordinat dizgeleri ile ilişkilendirmemiz gerekir. Bir koordinat dizgesinin devim durumu süredurum yasasının onunla göreli olarak geçerli olacağı bir yolda ise, bu dizgeye bir “GALİLEO koordinatlar dizgesi” denir. GALİLEO-Newton mekaniğinin yasaları ancak bir GALİLEO koordinat dizgesi için geçerlik isteminde bulunurlar.

§ 5 Görelilik İlkesi (Dar Anlamda)

Olanaklı en büyük duruluğu elde etmek için, biçimdeş olarak yol alan demiryolu vagonu örneğimize geri dönelim. Devimine biçimdeş bir öteleme deriz (“biçimdeş” çünkü değişmez bir hız ve yönedir, “öteleme” çünkü vagon sete göreli

⁵Bu üzerinde cismin devindiği eğri demektir [*yol-eğrisi, Bahnkurve*].

olarak yerini değiştirse de böylelikle bir çevrim yapmaz). Setten gözleendiği biçimiyle havada doğru bir çizgide ve biçimdeş olarak bir kuzgun uçuyor olsun. Eğer yol almakta olan demiryolu vagonundan gözlersek, kuzgunun devimi hiç kuşkusuz başka bir hızda ve başka bir yönde bir devimdir; ama gene de doğru çizgide ve biçimdeştir. Soyut olarak anlatıldığında diyebiliriz ki: Eğer bir m kütleli bir K koordinat dizgesi ile bağıntı içinde doğru bir çizgide ve biçimdeş olarak devinirse, o zaman ikinci bir K' dizgesine göreli olarak da doğru bir çizgide biçimdeş bir yolda devinir, yeter ki ikincisi K açısından biçimdeş bir öteleme devimini yerine getiriyor olsun. Önceki paragrafta açıklananlara göre buradan şunlar çıkar:

Eğer K bir GALİLEO koordinat dizgesi ise, o zaman K karşısında biçimdeş bir öteleme devimi durumunda olan her başka K' koordinat dizgesi bir GALİLEO koordinat dizgesidir. K' açısından GALİLEO-Newton Mekaniğinin yasaları tam olarak K açısından olduğu gibi geçerlidir.

İlkeyi şöyle anlattığımızda genellememizde bir adım daha ileri gitmiş oluruz: Eğer, K' dizgesi K dizgesi açısından biçimdeş ve çevrimsiz olarak devinen bir koordinat dizgesi ise, o zaman doğa olayları K' açısından da tam olarak K açısından olduğu gibi aynı evrensel yasalara göre yer alırlar. Bu bildirim “Görelilik İlkesi” deriz (dar anlamda).

Tüm doğal olayların klasik mekaniğin yardımı ile temsil edilebilecekleri kanısında olduğumuz sürece, bu görelilik ilkesinin geçerliğinden kuşku duymazdık. Ama elektrodinamik ve optikteki yeni gelişmelerle, klasik mekaniğin tüm doğal olayların fiziksel betimlemesi için bir temel olarak yeterli olmadığı giderek daha çok açığa çıktı. Böylelikle görelilik ilkesinin geçerliği sorusu tartışmaya daha da uygun bir duruma geldi, ve bu soruya yanıtın olumsuz olabileceği olanaksız görünmedi.

Gene de başından bu yana görelilik ilkesinin geçerliğinden yana oldukça ağır basan iki genel olgu vardır. Klasik mekaniğin tüm fiziksel görüngülerin kuramsal sunuluşu için yeterince geniş bir temel sağlamamasına karşın, gene de ondan yana oldukça önemli bir gerçeklik değeri kabul edilmelidir; çünkü bize gök cisimlerinin olgusal devimlerini hayranlık verici bir incelikte sunar. Görelilik ilkesi öyleyse *Mekaniğin* alanında her durumda büyük bir sağnılıkla geçerli olmalıdır. Ama böylesine büyük bir genellikteki bir ilkenin *bir* görüngü alanında böyle bir sağnılk düzeyinde geçerli iken gene de bir başkası karşısında işlememesi *a priori* çok az olasıdır.

Şimdi ikinci uslamlamaya geçiyoruz ki, buna sonra bir kez daha geri döneceğiz. Eğer görelilik ilkesi (dar anlamdaki) geçerli değilse, o zaman birbirleri ile göreli olarak biçimdeş devimde olan K , K' , K'' vb. GALİLEO koordinat dizgeleri doğa olaylarının betimlemesi için eşdeğerli olmayacaklardır. O zaman doğa yasalarını ancak tüm GALİLEO koordinat dizgeleri arasında belirli bir devim durumunda olan *birinin* (K_0) gönderme-cismi olarak seçilmesi koşuluyla

özellikle yalın ve doğal olarak formüle edilebilir olduklarını düşünmekten başka türlü yapmamız güçtür. O zaman bu dizgeye (doğa olaylarını betimlemedeki üstünlüklerinden ötürü), haklı olarak “saltık dinginlikte” ve geri kalan GALİLEO K dizgelerine ise “devimde” derdik. Örneğin eğer demiryolu setimiz K_0 dizgesi olmuş olsaydı, o zaman demiryolu vagonumuz bir K dizgesi olurdu ki, onun açısından K_0 açısından olandan daha az yalın yasalar geçerli olurdu. Bu daha az yalınlık K vagonunun K_0 karşısında (e.d. “edimsel olarak”) devimde olması olgusuna bağlı olurdu. K ile göreli olarak formüle edilmiş olan bu genel doğa yasalarında vagonun gidiş hızının büyüklük ve yönü zorunlu olarak bir rol oynayacaktır. Örneğin eksenli gidiş yönüne koşut yerleştirilmiş bir org borusunun çıkardığı notanın eğer borunun eksenli bu yöne dik yerleştirilmiş olsaydı çıkacak olandan ayrı olacağını bekleyebiliriz. Şimdi güneş çevresindeki yörünge deviminden ötürü dünyamız saniyede yaklaşık 30 km hızla yol alan bir demiryolu vagonuna benzetilebilir. Buna göre görelilik ilkesinin geçersizliği durumunda dünyanın herhangi bir kıyıdaki deviminin yönünün doğa yasalarına girmesi, ve dolayısıyla fiziksel dizgelerin davranışlarında uzayda dünya karşısındaki yönelimlerine bağımlı olmaları beklenirdi. Çünkü dünyanın dönme deviminin hızının yönünde yıl boyunca yer alan değişimden ötürü, dünya bütün yıl boyunca varsayımsal K_0 dizgesine göreli olarak dinginlikte olamaz. Bununla birlikte, en dikkatli gözlemler bile hiçbir zaman dünyasal fiziksel uzayın bu tür eşyönsüzlüğünü, e.d. değişik yönlerin fiziksel bir eşdeğersizliğini göstermiş değildir. Bu görelilik ilkesinden yana güçlü bir uslamlamadır.

§ 6 Klasik Mekanîğe Göre Hızların Toplamı Teoremi

Sık sık sözünü ettiğimiz demiryolu vagonu raylar boyunca değişmez bir v hızı ile yol almaktadır. Demiryolu vagonunda bir adam vagonu uzunlamasına ve dahası gidiş yönünde bir w hızı ile yürüyerek geçer. Gidişi sırasında adam sete göreli olarak ileriye doğru ne denli çabuk, başka bir deyişle, hangi W hızı ile gider? Biricik olanaklı yanıt şu irdelemeden çıkıyor gibi görünür:

Eğer adam bir saniye boyunca dingin kalacak olsaydı, sete göreli olarak vagonun gidiş hızına eşit bir v uzaklığı kadar ilerlemiş olurdu. Ama yürüdüğü için bu saniye içinde bundan başka gerçekte vagona göreli olarak, ve dolayısıyla ayrıca sete göreli olarak, yürüyüşünün hızına eşit bir w uzunluğu kadar daha yol alır. Böylece söz konusu saniyede sete göreli olarak toplam

$$W = v + w$$

uzunluğunu geride bırakır. Daha sonra klasik mekanîğe uygun düşen hız toplamları teoremini anlatan bu düşüncenin başını dik tutamayacağını göreceğiz; başka bir deyişle, yukarıda belirtilen yasa gerçekte doğru değildir. Ama şimdilik doğruluğu üzerine davranacağız.

§ 7 Işığın Yayılım Yasasının Görelilik İlkesi İle Görünürdeki Bağdaşmazlığı

Fizikte neredeyse ışığın boş uzayda yayılmasını belirleyen yasadan daha yalın yoktur. Her okul çocuğu bilir ya da bildiğine inanır ki, bu yayılma doğru bir çizgide $c = 300.000$ km/sn hızı ile yer alır: Her ne olursa olsun, büyük bir sağlamlıkla bu hızın tüm renkler için aynı olduğunu biliriz; çünkü durum böyle olmasaydı, bir durağan yıldızın karanlık komşusu tarafından örtülmesi sırasında değişik renkler için yayım-minimumu [*Emissionsminimum*] eşzamanlı olarak gözlenemezdi. Çifte-yıldızların gözlemine yönelik benzer bir irdeleme yoluyla, Hollandalı gökbilimci DE SITTER de ışığın iletilme hızının ışık yayan cismin devim hızına bağımlı olamayacağını gösterdi. Bu yayılma hızının “uzaydaki” yöne bağımlı olduğu sayıltısı kendinde olasılık dışıdır.

Kısaca, c ışık hızının (boşlukta) değişmezliği yalın yasasına okul çocuğunun haklı olarak inandığını varsayalım! Bu yalın yasanın inceden inceye ölçüp biçen fizikçiyi en büyük düşünsel güçlüklerle düşürmüş olduğu kimin kafasından geçirdi? Bu güçlükler kendilerini şöyle gösterirler.

Doğallıkla ışığın yayılım sürecini başka her süreç gibi katı bir gönderme-cismi ile (koordinat dizgesi) ilişkilendirmeliyiz. Böyle bir dizge olarak yine setimizi seçelim. Üstündeki havanın pompalanıp uzaklaştırılmış olduğunu düşüneceğiz. Eğer bir ışık ışını set boyunca gönderilecek olursa, yukarıdakilere göre ışının ucu sete göreli olarak c hızı ile iletilir. Demiryolu vagonumuz yine raylar üzerinde v hızı ile, ve dahası ışık ışını ile aynı yönde ama doğallıkla çok daha yavaş olarak yol alır. Işık ışınının vagona göreli olarak yayılma hızını araştıralım. Kolayca görüldüğü gibi burada önceki kesimdeki irdeleme yolu uygulamaya koyulabilir; çünkü vagona göreli olarak yürüyen adam ışık ışınının rolünü oynar. Adamın sete göreli W hızının yerini burada ışığın sete göreli hızı almıştır; w ışığın vagona karşı aranan hızıdır, ve böylece onun için

$$w = c - v$$

sonucunu elde ederiz. Bir ışık ışınının vagona göreli yayılım hızı böylece c 'den daha küçük çıkar.

Ama bu sonuç § 5'te sunulan görelilik ilkesini çiğner. Çünkü boşlukta ışığın yayılma hızı, başka her genel doğa yasası gibi, görelilik ilkesine göre, gönderme-cismi olarak demiryolu vagonu için gönderme-cismi olarak raylar için olanla aynı olmalıdır. Ama, yukarıdaki irdelememize göre bu olanaksız görünür. Eğer her ışık ışını sete göreli olarak c hızı ile yayılıyorsa, o zaman tam bu nedenle öyle görünür ki ışığın yayılma hızı yasası vagona göreli olarak başka türlü olmalıdır — ki görelilik ilkesi ile çelişir.

Bu ikilem karşısında ya görelilik ilkesinden ya da boşlukta ışığın yayılması üzerine yalın yasadan vazgeçmek kaçınılmaz görünür. Bu noktaya dek tartışmayı dikkatle izlemiş olan okur hiç kuşkusuz doğallığı ve yalınlığı ile düşüncemize

kendini neredeyse karşı çıkılmaz bir yolda dayatan görelilik ilkesinin dimdik ayakta durmasını, ama boşlukta ışığın yayılma hızı yasasının görelilik ilkesine uygun düşen daha karışık bir yasa ile yer değiştirmesini bekleyecektir. Ama kuramsal fiziğin gelişimi bu yolda ilerlenemeyeceğini gösterir. Çünkü H. A. LORENTZ'in devinen cisimleri ile ilgili elektrodinamik ve optik olaylar üzerine çığır açıcı kuramsal araştırmaları bu alandaki deneyimlerin direnilemez bir zorunlulukla boşlukta ışık hızının değişmezliği yasasını karşı çıkılmaz bir sonuç olarak alan bir elektromanyetik olaylar kuramına götürdüklerini gösterir. Bu nedenle önde gelen kuramcılar görelilik ilkesi ile çelişen hiçbir görgül olgunun bulunamaması olmasına karşın bu ilkeyi yadsımak için daha büyük bir eğilim gösterdiler.

Bu noktada görelilik kuramı içeri girdi. Fiziksel zaman ve uzay kavramlarının bir çözümlemesi yoluyla, *gerçekte görelilik ilkesi ile ışığın yayılma yasası arasında en küçük bir bağdaşmazlığın bile olmadığı*, tersine dizgesel olarak bu her iki yasaya da sarılma yoluyla mantıksal olarak karşı çıkılmaz bir kurama ulaşılabileceği açığa çıktı. Daha sonra sözünü edeceğimiz genişletilmiş biçiminden ayırdetmek için "özel görelilik kuramı" adını verdiğimiz bu kuram izleyen sayfalarda temel düşünceleri bağlamında sunulacaktır.

§ 8 Fizikte Zaman Kavramı Üzerine

Demiryolu setimiz üzerinde birbirinden uzak A ve B gibi iki noktada raylara yıldırım düşmüştür. Ve bu iki yıldırım düşmesinin eşzamanlı olarak yer aldıkları önesürümünü ekleyeceğim. Eğer şimdi sana, sevgili okur, bu bildirimde bir anlam olup olmadığını sorarsam, beni kararlı bir "Evet" ile yanıtlayacaksın. Ama eğer şimdi senden bildirimim anlamını bana daha sağın olarak açıklamanı isteyecek olursam, biraz düşündükten sonra bu soruya yanıtın ilk bakışta görüldüğü denli yalın olmadığını göreceksin.

Belli bir süre sonra belki de kafandan şu yanıt geçecektir: "Bildirimim imleminde ve kendi için açıktır ve daha öte bir açıklamaya gereksinmez; gene de, eğer somut durumda iki olayın eşzamanlı olarak yer alıp almadığını gözlemler yoluyla saptama görevini üstlenecek olsaydım, hiç kuşkusuz üzerine biraz düşünmem gerekirdi." Ama bu yanıt bana şu nedenle doyum veremez. Becerikli bir meteoroloğun ince irdelemeler yoluyla yıldırımın A ve B yerlerine her zaman eşzamanlı olarak düşmesi gerektiğini saptadığını varsayarsak, o zaman bu kuramsal sonucun edimselliğe karşılık düşüp düşmediğini sınaama görevi kendini gösterirdi. "Eşzamanlı" kavramının bir rol oynadığı tüm fiziksel bildirimlerde buna andırımlı bir durum vardır. Kavram fizikçi için ancak onun somut durumda geçerli olup olmadığını saptama olanağı verildiği zaman varolur. Böylece eşzamanlılığın öyle bir tanımı gerekir ki, bu tanım bize bu durumda fizikçinin her iki yıldırım düşmesinin eşzamanlı olarak yer alıp almadığına deneyler yoluyla karar vermesini sağlayabilecek yöntemi vermelidir. Bu istem

yerine getirilmedikçe, eğer eşzamanlılık bildirimine bir anlam verebildiğime inanırsam bir fizikçi olarak (ve hiç kuşkusuz ayrıca fizikçi olmayan biri olarak!) aldatılmama izin vermiş olurum. (Sevgili okurdan bu nokta üzerinde tam bir kanı oluşturmadıkça daha ileri gitmemesini isteyeceğim.)

Sorun üzerine bir süre düşündükten sonra şimdi eşzamanlılığı sınamak için şu öneride bulunursun. AB bağlayıcı uzunluğu boyunca ölçülmeli ve uzunluğun M orta noktasına bir gözlemci yerleştirilerek kendisine A ve B yerlerinin ikisini de aynı zamanda optik olarak saptamasına izin veren bir düzenek (örneğin birbirlerine karşı 90° eğimli iki ayna) sağlanmalıdır. Eğer gözlemci iki yıldırım düşmesini aynı zamanda algılasa, o zaman eşzamanlıdır.

Bu öneri çok hoşuma gitti, ama gene de sorunu bütünüyle açıklanmış olarak göremiyorum, çünkü şöyle karşı çıkmaya zorlandığımı duyumsuyorum: “Tanımın koşulsuzca doğru olurdu, ama ancak M ’deki gözlemcinin yıldırım düşmelerini algılamasını sağlayan ışığın $A \rightarrow M$ uzunluğu boyunca $B \rightarrow M$ uzunluğu boyunca olan aynı hızla iletildiğini şimdiden biliyor olsaydım. Ama bu varsayımın bir yoklanışı ancak zamanı ölçmenin aracı daha şimdiden elimizde olmuş olsaydı olanaklı olurdu. Böylece sanki burada mantıksal bir döngüde deviniyormuşuz gibi görünür.”

Bir süre düşündükten sonra haklı olarak biraz kınayıcı bir bakışla bana şunu söylüyorsun: “Herşeye karşın tanımımı önceki gibi doğru görüyorum, çünkü gerçekte ışık üzerine kesinlikle hiçbir varsayım getirmez. Eşzamanlılığın tanımı konusunda ileri sürülecek *tek bir* istem vardır, ve bu da tanımın her olgusal durumda bize tanımlanacak kavramın geçerli olup olmadığı konusunda görgül bir karar sunması gerektiğidir. Tanımımın bu istemi karşıladığı tartışma götürmez. Işığın $A \rightarrow M$ yolunu geçmek için ve $B \rightarrow M$ uzunluğunu geçmek için aynı zamanı gerektirmesi gerçekte ışığın doğası konusunda bir *varsayım ya da önsav* değil, ama bir eşzamanlılık tanımına ulaşabilmek için kendi özgür görüşüme göre bulabildiğim bir *saptamadır*.”

Açıktır ki bu tanım yalnızca *iki* olayın değil ama dilediğimiz denli çok sayıda olayın bildirimine sağın bir anlam vermek için kullanılabilir, ve bu olayların gönderme-cismi (burada demiryolu seti) ile görelî yerlerinden ayrı olarak yapılabilir.⁶ Böylece fizikte “zaman”ın bir tanımına da götürülürüz. Buna göre, özdeş yapımlı saatlerin rayların (koordinat dizgesinin) A , B ve C noktalarına koyulduklarını, ve kollarının konumlarının eşzamanlı olarak (yukarıdaki anlamda) aynı oldukları bir yolda ayarlandıklarını varsayalım. Bu durumda bir olayın “zamanı” ile bu saatlerden olaya (uzaysal) dolaysızca komşu olan birinin

⁶Dahası, varsayıyoruz ki üç A , B ve C olayı değişik yerlerde A ’nın B ile ve B ’nin C ile eşzamanlı (yukarıdaki tanımın anlamında eşzamanlı) olacağı bir yolda yer aldığı zaman, $A - C$ olaylar çiftinin eşzamanlılığı için ölçütü de karşılanmış olur. Bu sayılı ışığın yayılma yasası konusunda fiziksel bir önsavdır; eğer boşlukta ışık hızının değişmezliği yasanını ileri sürmek olanaklı olacaksa, koşulsuz olarak onaylanmalıdır.

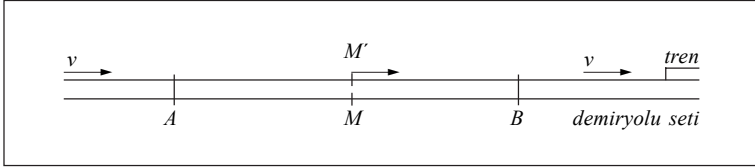
gösterdiği zamanı (kollarının konumunu) anlarız. Bu yolda ilkede gözleme açık her olaya bir zaman-değeri verilir.

Bu saptama bir fiziksel önsav daha kapsar ki, geçerliğinden karşıt bir görgül kanıt olmaksızın pek kuşku duyulmayacaktır. Eğer eşit yapılı iseler tüm bu saatlerin “eşit hızla” gittikleri kabul edilmiştir. Sağın olarak formüle edersek, eğer gönderme-cisminin değişik yerlerine dinginlikte yerleştirilen iki saat birinin kollarının *belli* bir konumunun ötekinin kollarının *aynı* konumu ile *eşzamanlı* (yukarıdaki anlamda) olacağı bir yolda ayarlanırsa, kolların eşit konumları bütününde eşzamanlıdır (yukarıdaki tanımın anlamında).

§ 9 Eşzamanlılığın Göreliliği

Buraya dek irdelemelerimizi bir “demiryolu seti” olarak belirttiğimiz belirli bir gönderme-cismi ile ilişkilendirdik. Çok uzun bir tren raylar üzerinde değişmez v hızı ile ve Şekil 1’de belirtilen yönde yol alıyor olsun. Bu trende yolculuk eden insanlar belli bir üstünlükle treni katı bir gönderme-cismi (koordinat dizgesi) olarak kullanacaklardır; tüm olayları tren ile ilişkilendirirler. O zaman raylar boyunca yer alan her olay trenin belirli bir noktasında da yer alır. Ayrıca eşzamanlılık tanımını tam olarak sete göre olduğu gibi trene göre de verilebilir. Ama şimdi doğallıkla şu sorular doğar:

Demiryolu setine göreli olarak eşzamanlı olan iki olay (örneğin A ve B yıldırım düşmeleri) trene göreli olarak da eşzamanlı mıdır? Doğrudan doğruya yanıtın olumsuz olması gerektiğini göstereceğiz.



Şekil 1

A ve B yıldırım düşmeleri set açısından eşzamanlıdır dediğimiz zaman demek istediğimiz şey yıldırımların düştüğü A ve B noktalarından yayılan ışık ışınlarının birbirleri ile $A - B$ set uzunluğunun M orta noktasında karşılaştıklarıdır. Ama A ve B olayları tren üzerindeki A ve B konumlarına da karşılık düşerler. M' yol almakta olan tren üzerindeki $A - B$ uzaklığının orta noktası olsun. Bu M' noktası tam yıldırım düşmelerinin⁷ olduğu kıpıda hiç kuşkusuz M noktası ile çakışır, ama çizgede trenin v hızı ile sağa doğru devinir. Eğer trende M' noktasında oturan bir gözlemci bu hızı taşımamış olsaydı sürekli olarak M' de

⁷Setten yargılandığı gibi.

kalırdı, ve o zaman A ve B yıldırım düşmelerinden yayılan ışık ışınları ona eşzamanlı olarak ulaşır, e.d. bu iki ışık ışını tam olarak onda karşılaşırlardı. Gerçekte ise (demiryolu setinden yargılandığı gibi) gözlemci B' den gelmekte olan ışık ışınına doğru hızla ilerlemekte, ama bu arada A' dan gelen ışık ışınının önünde ilerlemektedir. Bu yüzden gözlemci B' den yayılan ışık demetini A' dan yayılandan daha önce görecektir. Demiryolu trenini gönderme-cisimleri olarak alan gözlemciler öyleyse B yıldırım düşmesinin A yıldırım düşmesinden daha erken yer aldığı sonucuna varmalıdırlar. Böylece şu önemli sonuca varırız:

Sete göre eşzamanlı olan olaylar trene göre eşzamanlı değildirler, ve evrik olarak (eşzamanlılığın göreliliği). Her gönderme-cisminin (koordinat dizgesi) kendi tikel zamanı vardır; bir zaman bildirimiminin ancak kendisi ile görel olduğu gönderme-cismi verildiği zaman bir anlamı vardır.

Şimdi görelilik kuramından önce fizik her zaman sessizce zaman-bildiriminin saltık bir imlemi olduğunu, e.d. gönderme-cisminin devim durumundan bağımsız olduğunu varsaymıştır. Ama bu sayılıtının en yakın eşzamanlılık tanımı ile bağdaşmaz olduğunu az önce gördük; eğer bu sayılıtı gözardı edersek, o zaman § 7' de geliştirildiği gibi boşlukta ışığın yayılma hızı yasası ile görelilik ilkesi arasındaki çatışma yiter.

Bu çatışmaya § 6'nın şimdi artık savunulamayacak olan irdelemeleri yoluyla götürülmüştük. Orada vagona bulunan ve vagona görel olarak *saniyede* w uzunluğu boyunca yol alan adamın aynı uzunluğu sete görel olarak da bir saniyede geçtiği vargısını çıkarmıştık. Ama belirli bir sürecin vagon açısından gerektirdiği zaman yukarıda yapılan irdelemelere göre aynı sürecin gönderme-cismi olarak setten yargılanan süresine eşit sayılamayacağı için, yürümekte olan adamın raylara görel olarak w uzunluğunu setten yargılandığı biçimiyle bir saniyeye eşit olan bir zamanda aldığı ileri sürülemez.

Bundan başka, § 6'nın irdelemeleri ikinci bir sayılıtı üzerine daha dayanır ki, bu sağın bir irdelemenin ışığında keyfi görünür, gerçi görelilik kuramının getirilmesinden önce her zaman (sessizce) kabul edilmiş olsa da.

§ 10 Uzaysal Uzaklık Kavramının Göreliliği Üzerine

Set boyunca v hızı ile yol almakta olan trendeki iki belirli noktayı⁸ irdeleyelim ve uzaklıklarını sorgulayalım. Daha şimdiden biliyoruz ki bir uzaklığın ölçülmesi için uzaklığın onunla bağıntı içinde ölçüldüğü bir gönderme-cismi olmalıdır. En yalını trenin kendisini gönderme-cismi (koordinat dizgesi) olarak kullanmaktır. Trende yol almakta olan bir gözlemci ölçme-çubuğunu söz gelimi vagonun zemini boyunca uzanan doğru bir çizgi üzerindeki işaretli bir noktadan bir başkasına ulaşmak için birçok kez yatırarak aralığı ölçer. O zaman bize çubuğun kaç kez yatırılması gerektiğini veren sayı aranan uzaklıktır.

⁸Söz gelimi birinci ve yüzüncü vagonların ortaları.

Uzaklığın raylardan yargılanması gerekiyorsa durum değişir. Burada şu yöntem kendini gösterir. Eğer trende aralarındaki uzaklığı saptamayı istediğimiz iki noktaya A' ve B' dersek, o zaman bu her iki nokta da set boyunca v hızı ile devinirler. İlk olarak setin tam şimdi A' ve B' noktaları tarafından belirli bir t zamanında—setten yargılanmak üzere—geçilen A ve B noktalarını sorgularız. Setin bu A ve B noktaları § 8'de verilen zaman tanımına uygun olarak saptanabilirlerdir. Buna göre bu A ve B noktalarının uzaklığı metre çubuğunun set boyunca yineleyen işaretlemeleri ile ölçülür.

Bu son ölçmenin bize birincisi ile aynı sonuçları vermesi gerektiği hiçbir biçimde *a priori* açık değildir. Böylece trenin setten ölçülen uzunluğu trenin kendisinde ölçmekle elde edilenden ayrı olabilir. Bu durum § 6'nın görünürde açık irdelemesine karşı ileri sürülebilecek ikinci bir karşıçıkışa götürür. Daha açık bir deyişle, eğer vagondaki adam bir zaman biriminde — *trenden ölçülmek üzere* — w uzunluğunu geçerse, o zaman bu uzunluğun — *setten ölçülmek üzere* — yine w' 'ye eşit olması gerekmez.

§ 11 LORENTZ-Dönüşümü

Son üç kesimin gözlemlerinin gösterdiği gibi, ışığın yayılma yasasının § 7'deki görelilik ilkesi ile görünürdeki bağdaşmazlığı klasik mekaniğin aklanamaz iki önsav yoluyla türettiği bir irdelemeden çıkarılmıştır; bu önsavlar şöyledir:

1. İki olay arasındaki zaman-aralığı gönderme-cisminin devim durumundan bağımsızdır.
2. Bir katı cismin iki noktası arasındaki uzay-aralığı gönderme-cisminin devim durumundan bağımsızdır.

Eğer bu önsavları düşersek, o zaman § 7'nin ikilemi yiter, çünkü § 6'da türetilen hızların toplamı teoremi geçersiz olur. Önümüze boşlukta ışığın yayılma yasasının görelilik ilkesi ile bağdaşabilir olması olanağı çıkar. Şu soruya geliriz: Deneyimin bu iki temel sonucu arasındaki görünürdeki çelişkiyi giderebilmek için § 6'nın irdelemesini nasıl değiştirmemiz gerekir? Bu soru genel bir soruya götürür. § 6'nın irdelemesinde hem tren ile görelî hem de set ile görelî yerler ve zamanlar ortaya çıkar. Bir olayın yer ve zamanı set açısından bilindiğinde, olayın tren açısından yer ve zamanı nasıl bulunur? Bu soruya ışığın boşlukta iletilmesi yasasının görelilik ilkesi ile çelişmemesi koşulunda düşünülebilir bir yanıt var mıdır? Başka türlü anlatsak: Her ışık ışınının sete görelî olarak ve trene görelî olarak c yayılma hızına iye olacağı bir yolda, tek tek olayların yerleri ve zamanları arasında her iki gönderme-cismi ile görelî bir ilişki düşünülebilir mi? Bu soru bütünüyle belirli bir olumlu yanıtta, bir olayın bir gönderme-cisminden bir başkasına geçiş durumundaki uzay-zaman büyüklükleri için bütünüyle belirli bir dönüşüm yasasına götürür.

Buna geçmeden önce, araya şöyle bir irdelemeyi alabiliriz. Şimdiye dek yal-

nızca matematiksel olarak bir doğru çizgi işlevini üstlenmiş olan set boyunca yer alan olayları irdeledik. Ama § 2’de belirtilen yolda bu gönderme-cismini yanlara ve yukarıya doğru çubuklardan oluşan bir çerçeve ile öyle bir yolda uzatılmış olarak düşünebiliriz ki, herhangi bir yerde yer alan bir olay bu çerçeve ile görelî olarak konumlandırılabilir. Andırımlı olarak, v hızı ile yol alan trenin bütün uzay boyunca ilerlediğini düşünebiliriz, öyle ki ne denli uzakta olursa olsun her olayın yeri ikinci çerçeveye görelî olarak da saptanabilir. Bu çerçevelerin gerçekte katı cisimlerin içine-işlenemezliklerinden ötürü her zaman birbirlerini yoketmeleri gerektiği olgusunu ilkede bir yanlışlığa düşmeksizin gözardı edebiliriz. Böyle her çerçevede birbirine dik üç yüzeyin belirtildiğini ve “koordinat düzlemleri” (“koordinat dizgesi”) olarak gösterildiğini düşünürüz. O zaman sete bir K koordinat dizgesi, ve trene bir K' koordinat dizgesi karşılık düşer. Herhangi bir yerde yer alan olay koordinat düzlemleri üzerine çizilen x , y , z gibi üç dikey yoluyla K açısından uzaysal olarak ve bir t zaman değeri yoluyla zamansal olarak saptanır. K' açısından aynı olay karşılık düşen ve x' , y' , z' , t' ile doğallıkla çakışmayan x' , y' , z' , t' değerleri ile uzaysal-zamansal olarak saptanır. Bu büyüklüklerin fiziksel ölçümlerin sonuçları olarak nasıl anlaşılacakları daha önce ayrıntılı olarak ortaya koyulmuştu.

Problemimizin daha sağın formülasyonu açık olarak şöyle verilebilir. Bir olayın K açısından x , y , z , t büyüklükleri verildiğinde, aynı olayın K' açısından x' , y' , z' , t' değerleri nedir? İlişkiler öyle seçilmelidir ki, ışığın boşlukta yayılma yasası bir ve aynı ışık ışını için (ve hiç kuşkusuz her ışık ışını için) K ve K' açısından doyurucu olmalıdır. Bu problem koordinat dizgesinin çizgede (Şekil 2) verilen görelî uzaysal yönelimi için şu denklemler yoluyla çözüldü:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

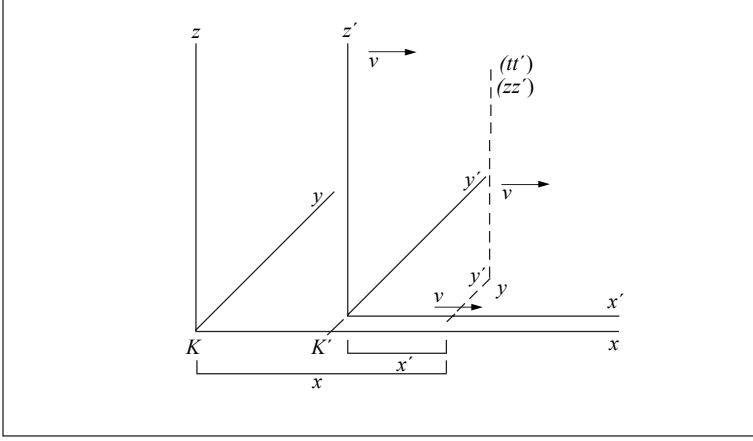
$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Bu denklem dizgesi “LORENTZ-Dönüşümü” adıyla belirtilir.⁹

⁹LORENTZ-Dönüşümünün yalın bir türetilişi Ek’te verilmiştir.



[Şekil 2]

Ama ışığın yayılma yasası yerine eski mekaniğin zamanların ve uzunlukların saltık karakterine ilişkin örtük varsayımlarını temel almış olsaydık, o zaman bu dönüşüm denklemleri yerine

$$x' = x - vt$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

denklemlerini elde ederdik ki, bu dizge sık sık “GALİLEO-Dönüşümü” olarak belirtilir. GALİLEO-Dönüşümü LORENTZ-Dönüşümünden ikincide c ışık hızının sonsuz büyüklükte bir değere eşit alınmasıyla elde edilir.

LORENTZ-Dönüşümüne uygun olarak ışığın boşlukta yayılma yasasının K gönderme-cismi için olduğu gibi K' gönderme-cismi için de geçerli olduğu şu örnekten kolayca görülebilir. Bir ışık sinyali pozitif x -ekseni boyunca gönderilmiş olsun, ve ışık-uyarısı

$$x = ct$$

denkleminde uygun olarak, ve dolayısıyla c hızı ile ilerler. LORENTZ-Dönüşümü denklemlerine göre x ve t arasındaki bu yalın bağıntı x' ve t' arasındaki bir bağıntıyı koşullandırır. Gerçekte eğer LORENTZ-Dönüşümünün birinci ve dördüncü denkleminde x yerine ct değerini geçirirsek, şunları elde ederiz:

$$x' = \frac{(c-v)t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$
$$t' = \frac{\left(1-\frac{v}{c}\right)t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

ki bunlardan bölme yoluyla doğrudan doğruya

$$x' = ct'$$

elde edilir. Işığın yayılması eğer K' dizgesi ile ilişkilendirilirse bu denkleme göre yer alır. Dolayısıyla K' gönderme-cismine göreli yayılma hızının da c 'ye eşit olduğu görülür. Ne olursa olsun başka herhangi bir yöne yayılmakta olan ışık ışınları için de durum andırımlıdır. Doğallıkla buna şaşırılmak gerekir, çünkü LORENTZ-Dönüşümünün denklemleri bu bakış açısına göre türetilirler.

§ 12 Devinen Çubukların ve Saatlerin Davranışı

Bir metre-çubuğu K'' 'nin x' ekseninde başlangıcı $x' = 0$ noktasına ve sonu $x' = 1$ noktasına düşeceği bir yolda yerleştiriyorum. Metre-çubuğun K dizgesine göreli olarak uzunluğu nedir? Bunu görmek için yalnızca çubuğun K dizgesine göreli olarak başlangıç ve sonunun bu dizgenin belirli bir t zamanında nerede yattığını sormamız gerekir. Bu her iki nokta için LORENTZ-Dönüşümünün birinci denkleminde $t = 0$ zamanı için

$$x_{(\text{çubuk başı})} = 0 \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$
$$x_{(\text{çubuk sonu})} = 1 \cdot \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

bulunur ve bu iki noktanın arasında $\sqrt{1-v^2/c^2}$ uzaklığı vardır. Ama metre-çubuk K ile göreli olarak v hızı ile devinir. Buna göre, v hızı ile uzunluğunun yönünde devinen katı metre-çubuğun uzunluğu $\sqrt{1-v^2/c^2}$ metre olur. Öyleyse devinen katı çubuk dinginlik durumunda olan aynı çubuktan daha kısadır, ve ne denli hızlı devinirse o denli kısadır. $v = c$ hızı için $\sqrt{1-v^2/c^2} = 0$ olacak, ve daha da büyük hızlar için kök imgesel olacaktır. Buradan görelilik kuramında c hızının bir sınır-hız rolünü oynadığı sonucunu çıkarırız, ki hiçbir edimsel cisim tarafından erişilemez ya da aşılamaz.

c hızının bir sınır-hız olarak bu rolü hiç kuşkusuz LORENTZ-Dönüşümünün denklemlerinin kendilerinden çıkar. Çünkü $v < c$ 'den daha büyük seçilecek olursa, bunlar anlamsız olurlar.

Evrak olarak, eğer x -ekseninde K ile görelilik olarak dinginlikte olan bir metre-çubuk düşünmüş olsaydık, o zaman, K' açısından yargılandığında uzunluğu $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ olurdu; bu irdelemelerimizin temelinde yatan görelilik ilkesi ile tam bir anlaşma içindedir.

Dönüşüm denklemlerinden ölçü çubuklarının ve saatlerin fiziksel davranışları üzerine birşeyler öğrenilmesi gerektiği *a priori* açıktır. Çünkü x, y, z, t büyüklükleri ölçme-çubukları ve saatler ile elde edilen ölçme sonuçlarından başka birşey değildirler. Eğer GALİLEO-Dönüşümlerini temel alsaydık, o zaman bir çubuğun devimin sonucunda bir kısaltmaya uğradığını saptayamazdık.

Şimdi sürekli olarak K' açısından başlangıç noktasında ($x' = 0$) duran bir saniyeli-saati irdeleyelim. $t' = 0$ ve $t' = 1$ bu saatin birbiri ardına iki vuruşu olsun. Bu iki vuruş için LORENTZ-Dönüşümünün birinci ve dördüncü denklemleri şunları verir:

$$t = 0$$

ve

$$t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

K açısından yargılandığında saat v hızı ile devinir; bu gönderme-cisminden yargılandığında, iki vuruşu arasında geçen zaman bir saniye değil, ama

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

saniyedir, ve öyleyse biraz daha uzun bir zamandır. Saat deviminden ötürü dinginlik durumunda olduğundan biraz daha yavaş gider. Burada da c hızı erişilmez bir sınır-hız rolünü oynar.

§ 13 Hızların Toplamı Kuramı

FIZEAU'nun Deneyi

Şimdi uygulamada saatleri ve ölçme-çubuklarını c ışık hızı karşısında ancak küçük olan hızlarla devindirebildiğimiz için, önceki paragrafların sonuçlarını edimsellik ile doğrudan doğruya karşılaştırmak pek olanaklı değildir. Öte yandan

bu sonuçlar okura haklı olarak tuhaf geleceği için, şimdi kuramdan buraya dek sunulanlardan kolayca türetilebilecek ve deney yoluyla çarpıcı bir yolda doğrulanan bir başka sonuç çıkaracağım.

§ 6'da yöndeş hızları toplama teoremini klasik mekaniğin önsavlarından ortaya çıktığı biçimiyle türetmiştik. Aynı teorem GALİLEO-Dönüşümünden (§ 11) de kolayca çıkarılabilir. Vagonda yürüyen adam yerine K' koordinat dizgesine göreli olarak

$$x' = wt'$$

denkleme göre devinen bir nokta getiririz. GALİLEO-Dönüşümünün birinci ve dördüncü denklemlerinden x' ve t' değerleri x ve t yoluyla anlatılabilir ve buna göre

$$x = (v + w)t$$

elde edilir. Bu denklem noktanın K dizgesine karşı (adamın sete karşı) devim yasasından başka birşeyi anlatmaz, ve bu hızı W ile gösterirsek böylece adam § 6'da olduğu gibi şu hızı kazanır:

$$W = v + w. \quad (A)$$

Ama bu irdelemeyi pekala görelilik kuramı temelinde de sürdürebiliriz. O zaman

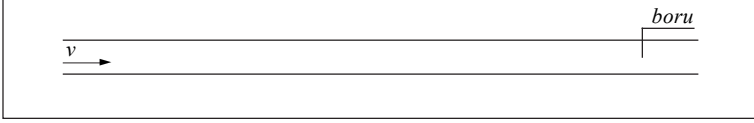
$$x' = wt'$$

denkleminde x' ve t' değerlerini LORENTZ-Dönüşümünün birinci ve dördüncü denklemleri uygulanarak x ve t yoluyla anlatmak gerekir. O zaman (A) denklemi yerine şu denklem elde edilir:

$$W = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}}, \quad (B)$$

ki görelilik kuramına göre yöndeş hızları toplama teoremine karşılık düşer. Şimdi soru bu iki teoremden hangisinin deneyim karşısında dayanabileceğidir. Burada parlak fizikçi FIZEAU'nun yarım yüzyıldan daha uzun bir süre önce yerine getirdiği ve o günden bu yana kimi en iyi deneysel fizikçiler tarafından yinelenerek sonucu konusunda tüm kuşkuların giderildiği çok önemli bir deney tarafından aydınlatılır. Deney şu soruyu ele alıyordu. Işık dingin bir sıvıda belirli bir w hızı ile yayılır. Eğer yukarıda sözü edilen sıvı boruda v hızı ile akıyorsa, ışık Şekildeki B borusunda ok yönünde hangi hızla gider?

Görelilik ilkesi ile tutarlı olarak her durumda varsayacak olduğumuz gibi, sıvı başka cisimlere göreli olarak devimde olsun ya da olmasın, *sıvı ile göreli*



olarak ışığın yayılımı her zaman aynı w hızı ile yer alır. Öyleyse ışığın sıvı ile görelî hızı ve sıvının boru ile görelî hızı bilindiğinde, ışığın boru ile görelî hızı aranır.

Açıktır ki burada yine önümüzde § 6'nın görevi yatar. Boru demiryolu setinin ya da K koordinat dizgesinin rolünü, sıvı vagonun ya da K' koordinat dizgesinin rolünü, ve son olarak ışık vagonunda yürüyen adamın ya da bu kesimdeki devinen noktanın rolünü oynar. Öyleyse eğer W ile boruya görelî olarak ışığın hızını belirtirsek, o zaman bu hız GALİLEO-Dönüşümünün ya da LORENTZ-Dönüşümünün edimselliğe karşılık düşmesine göre (A) ya da (B) denklemi yoluyla verilir.

Deney¹⁰ görelilik kuramından türetilen (B) denkleminde yana karar verir, ve hiç kuşkusuz oldukça sağın olarak. v akış hızının ışığın yayılması üzerindeki etkisi ZEEMAN tarafından yapılan çok başarılı son ölçümlere göre (B) formülü tarafından yüzde birlik bir sağınlıkla temsil edilir.

Ama şimdi bu fenomenin bir kuramının görelilik kuramının bildirilmesinden çok daha önce salt elektrodinamik bir yolda ve özdeğin elektromanyetik yapısı üzerine belirli önsavların kullanımıyla H. A. LORENTZ tarafından verildiğini vurgulamak gerekir. Ama bu durum denemenin görelilik kuramından yana belirleyici deney olarak tanıtlama gücünü hiçbir biçimde küçültmez. Çünkü başlangıçtaki kurama temel olan MAXWELL-LORENTZ elektrodinamiği hiçbir biçimde görelilik kuramı ile karşıtlık içinde değildir. Tersine, görelilik kuramı elektrodinamikten daha önce birbirinden bağımsız olan ve üzerine elektrodinamiğin kendisinin kurulduğu önsavların şaşırtıcı yalınlıktaki bir bileşim ve genelleşmeleri olarak gelişmiştir.

§ 14 Görelilik Kuramının Bulgulatici Değeri

Buraya dek sunulan düşünce gidişi kısaca şöyle toparlanabilir. Deneyim bir yandan görelilik ilkesinin (dar anlamda) geçerli olduğu ve öte yandan ışığın boşlukta yayılma hızının bir c değişmezine eşit alınabileceği kanısına götürmüştür. Bu iki konutlamanın birleşmesi yoluyla, doğa süreçlerini oluşturan olayların dik açılı x, y, z koordinatları ve t zamanı için dönüşüm yasası elde edildi, ve dahası, GALİLEO-Dönüşümü değil, ama (klasik mekanikten ayrı olarak) LORENTZ-Dönüşümü ortaya çıktı.

¹⁰FIZEAU $W = w + v(1 - 1/n^2)$ olduğunu buldu ki, burada $n = c/w$ sıvının kırılma indiksidir. Öte yandan $v w/c^2$ 'nin 1 karşısındaki küçüklüğünden ötürü (B) yerine ilk olarak $W = (w + v)(1 - v w/c^2)$, ya da eşit yakınlıkla $w + v(1 - 1/n^2)$ geçirilebilir, ki FIZEAU'nun sonucu ile bağdaşır.

Kabul edilmesi olgusal bilgilerimiz tarafından aklanan ışık yayılma yasası bu düşünce zincirinde önemli bir rol oynadı. Ama bir kez LORENTZ-Dönüşümünü elde ettikten sonra, onu görelilik ilkesi ile birleştirip kuramı şu bildirimde toparlayabiliriz:

Her evrensel doğa yasası öyle oluşmuş olmalıdır ki, K kökensel koordinat dizgesinin x, y, z, t uzay-zaman değişkenleri yerine bir K' koordinat dizgesinin x', y', z', t' yeni uzay-zaman değişkenleri geçirildiğinde, tam olarak benzer biçimli bir yasaya geçmelidir — burada üslü ve üssüz büyüklükler arasındaki matematiksel bağlantı LORENTZ-Dönüşümü tarafından sağlanmak üzere. Kısaca formüle edersek: Evrensel doğa yasaları LORENTZ-Dönüşümleri açısından eşdeğerlidirler.

Bu görelilik kuramının bir doğa yasasına dayattığı belirli bir matematiksel koşuldur; bu yolla kuram evrensel doğa yasalarının araştırılmasında değerli bir bulgulatıcı araç olur. Eğer bu koşula karşılık düşmeyen evrensel bir doğa yasası bulunsaydı, o zaman kuramın temel varsayımlarından en azından biri çürütülmüş olurdu. Şimdi bu kuramın bu noktaya dek hangi genel sonuçlar vermiş olduğunu görelim.

§ 15 Kuramın Genel Sonuçları

Buraya dek süren açıklamalardan anlaşıldığı gibi, (özel) görelilik kuramı elektrodinamikten ve optikten gelişmiştir. Bu alanlarda kuramın bildirimlerini çok değiştirmemiş, ama kuramsal yapıyı, e.d. yasaların türetilmesini önemli ölçüde yalınlaştırmış ve — karşılaştırılamayacak denli daha önemlisi—kurama dayanak olan birbirinden bağımsız önsavların sayısını büyük ölçüde azaltmıştır. MAXWELL-LORENTZ kuramına öyle bir açıklık derecesi vermiştir ki, kuram deneyin ondan yana çok az inandırıcı sonuçlar verdiği yerde bile fizikçiler tarafından genel olarak kabul edilir olmuştur.

Klasik mekanik özel görelilik kuramının istemleri ile uyum içine girebilmek için ilkin belli bir değişki gereksinimi içindeydi. Bu değişki gene de özsel olarak yalnızca hızlı devimler için yasaları ilgilendirir ki, bunlarda özdeğin v hızları ışık hızı karşısında çok küçük değıldirler. Böyle hızlı devimleri deneyim bize yalnızca elektron ve iyonlarda gösterir; başka devim durumlarında klasik mekanik yasalarından ayrılmalar kendilerini uygulamada görülebilir kılamayacak denli küçüktürler. Yıldızların deviminden ilkin genel görelilik kuramında söz edilecektir. Görelilik kuramına göre m kütleli bir özdeksel noktanın devim enerjisi bundan böyle tanıdık

$$m \frac{v^2}{2}$$

anlatımı yoluyla değil, ama

$$mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

yoluyla verilir. Bu anlatım v hızı c ışık hızına yaklaşırken sonsuz olur. Öyleyse, ivme için ne denli büyük enerjiler uygulanırsa uygulansın, hız her zaman c 'den küçük olmalıdır. Eğer devim enerjisi için anlatımı bir dizi içinde geliştirirsek, şunu elde ederiz:

$$mc^2 + m \frac{v^2}{2} + \frac{3}{8} m \frac{v^4}{c^2} + \dots$$

Eğer v^2/c^2 1'den küçükse, bu terimlerden üçüncüsü her zaman klasik mekaniğin irdelediği biricik terim olan ikinciden küçüktür. Birinci mc^2 terimi hız kapsamaz, ve dolayısıyla eğer soru yalnızca bir nokta-kütlenin enerjisinin hızı nasıl bağımlı olduğunu ilgilendiriyorsa irdelemeye girmez. Özel imle-minden daha sonra söz edeceğiz.

Özel görelilik kuramının götürdüğü en önemli genel sonuç kütle kavramını ilgilendirir. Görelilik öncesi fizik enerjinin sakınımı yasası ve kütle sakınımı yasası olmak üzere temel olarak önemli iki sakınım yasası tanıyordu; bu iki temel yasa birbirinden bütünüyle bağımsız görünüyordu. Görelilik kuramı yoluyla tek bir yasaya kaynaşmışlardır. Şimdi bunun nasıl olduğunu ve bu kaynaşmanın nasıl anlaşılacağını kısaca açıklamamız gerekiyor.

Görelilik ilkesi enerjinin sakınımı yasasının yalnızca *tek bir K* koordinat dizgesi açısından değil, ama *K* ile görelilik olarak biçimdeş öteleme-devimi içinde olan her *K'* koordinat dizgesi açısından, kısaca, her “GALİLEO koordinat dizgesi” açısından geçerli olmasını ister. Böyle iki dizge arasındaki geçiş için, klasik mekanik ile karşıtlık içinde, LORENTZ-Dönüşümü belirleyicidir.

MAXWELL elektrodinamiğinin temel denklemleri ile bağıntı içinde alındıklarında, bu öncüllerden karşılaştırmalı olarak yalın irdelemeler yoluyla inandırıcı bir zorunlukla şunlar doğar: v hızı ile uçarken süreçte hızını değiştirmeksizin ışığa biçiminde E_0 enerjisini üstlenen¹¹ bir cismin enerjisi şu miktarda bir artışa uğrar:

$$\frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

¹¹ E_0 cisim ile birlikte devinen bir koordinat dizgesinden yargılandığı biçimiyle üstlenilen enerjidir.

O zaman devim enerjisi için yukarıda verilen anlatım açısından cismin aranan enerjisi şu yolla verilir:

$$\frac{\left(m + \frac{E_0}{c^2}\right)c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Cisim öyleyse v hızı ile devinen $m + E_0/c^2$ kütleli bir cisim ile aynı enerjii taşır. Bu yüzden denebilir ki, eğer bir cisim E_0 enerjisini üstlenirse, o zaman süredurumlu kütlesi E_0/c^2 kadar artar; bir cismin süredurumlu kütlesi bir değişmez değildir, tersine cismin enerjisinde değişime göre değişkendir. Bir cisimler dizgesinin süredurumlu kütlesi doğrudan doğruya enerjisi için ölçü olarak görülebilir. Bir dizgenin kütle sakınımı yasası enerjinin sakınımı yasası ile çakışır ve ancak dizgenin hiçbir enerji üstlenmemesi ve göndermemesi ölçüsünde geçerlidir. Enerji için anlatımı

$$\frac{mc^2 + E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

biçiminde yazarsak, daha önce dikkatimizi çeken mc^2 biçimi cismin E_0 enerjisini kazanmadan önce taşıdığı¹² enerjiden başka birşey değildir.

Bu önermenin deneyim ile doğrudan karşılaştırması şimdilik sonuçsuzdur,* çünkü bir dizgede ortaya çıkarabileceğimiz E_0 enerji değişimi dizgenin süredurumlu kütlesinde bir değişim olarak göze çarpacak denli büyük değildir. E_0/mc^2 değeri enerji değişiminden önce bulunan m kütlesi ile karşılaştırma içinde çok küçüktür. Kütle sakınımı üzerine bağımsız geçerliliği olan bir yasanın [klasik mekanik tarafından] başarılı olarak saptanabilmesi bu duruma bağlıdır.

Temel bir önemi olan son bir gözlem daha. Ara olaylar içersinden geçerek sonlu yayılma hızı ile yer alan uzaktan elektrodinamik etki üzerine FARADAY-

¹²Birlikte devinen bir koordinat dizgesinden yargılandığı gibi.

*[Ing. çeviriye R. W. L. tarafından eklenen not: "Temel öğelerin α -parçacıkları, protonlar, deuteronlar, nötronlar ya da γ -ışınları ile bombardımanından sonuçlanan çekirdek dönüşüm süreçlerinin ortaya çıkışıyla $E = mc^2$ ilişkisi tarafından anlatılan kütle ve enerji eşdeğeri yeterli derecede doğrulanmıştır. Tepkimeye giren kütlelerin toplamı, bombardıman eden parçacığın (ya da fotonun) devim enerjisinin kütle eşdeğeri ile birlikte, her zaman sonuçtaki kütlelerin toplamından daha büyüktür. Ayrım yaratılan parçacıkların devim enerjilerinin, ya da salınan elektromanyetik enerjinin (γ -fotonlar) eşdeğer kütlesidir. Aynı yolda, kendiliğinden dağılmakta olan bir ışın-etkin atomun kütlesi her zaman ortaya çıkan atomların kütlelerinin toplamından yaratılan parçacıkların devim enerjilerinin (ya da foton enerjisinin) kütle eşdeğeri kadar büyüktür. Çekirdek tepkimelerinde salınan ışınların enerjilerinin böyle tepkimelerin eşitlikleri ile bileşim içinde yapılan ölçümleri atom ağırlıklarını yüksek bir doğruluk derecesinde saptamayı olanaklı kılar."]

MAXWELL yorumunun başarısı fizikçileri NEWTON'un yerçekimi yasası tipine uyan dolaysız, kısıpals uzaktan etkilerin olmadığı kanısına götürdü. Görelilik kuramına göre, uzaktan kısıpals etkinin ya da sonsuz yayılma hızı ile uzaktan etkinin yeri her zaman ışık hızı ile uzaktan etki tarafından alınır. Bu durum bu kuramda c hızının oynadığı birincil role bağlıdır. İkinci Bölümde bu sonucun genel görelilik kuramında nasıl bir değişkiye uğradığını göreceğiz.

§ 16 Özel Görelilik Kuramı ve Deneyim

Özel görelilik kuramının deneyim tarafından ne düzeyde desteklendiği sorusunu yanıtlamak FIZEAU'nun temel deneyi bağlamında sözü edilen bir nedenden ötürü kolay değildir. Özel görelilik kuramı elektromanyetik görüngüler üzerine MAXWELL-LORENTZ kuramından kristalize olmuştur. Böylelikle bu elektromanyetik kuramını destekleyen tüm deneyim olguları görelilik kuramını destekler. Burada görelilik kuramının bize durağan yıldızlardan gönderilen ışığın dünyanın bu durağan yıldızlara karşı görelı devimi nedeniyle uğradığı etkileri deneyim ile bağdaşma içinde ve aşırı ölçüde yalın bir yolda çıkarsama iznini vermesi olgusundan söz etmeyi özellikle önemli görüyorum. Bu durağan yıldızların görünürdeki yerlerinde dünyanın güneş çevresindeki deviminden ötürü yer alan yıllık değişimi (sapınç), ve durağan yıldızların dünya karşısındaki görelı devimlerinin yarıçarp bileşenlerinin [*Radialkomponente*] bize ulaşan ışıkların renkleri üzerindeki etkisini ilgilendirir; bu son etki kendini durağan bir yıldızdan bize ulaşan ışığın izge çizgilerinin dünyasal bir ışık kaynağı ile üretilen aynı izge çizgileri karşısındaki küçük bir yerdeğişiminde anlatır (DOPPLER ilkesi). MAXWELL-LORENTZ kuramından yana deneysel uslamlamalar — ki tümü de aynı zamanda görelilik kuramından yana uslamlamalardır — sayıca burada sunulamayacak denli çoktur. Bunlar gerçekte kuramsal olanakları öyle bir yolda daraltırlar ki, MAXWELL-LORENTZ kuramından başka hiçbir kuram kendini deneyim karşısında ileri sürememiştir.

Ama şimdiye dek saptanan iki sınıf deneysel olgu vardır ki, MAXWELL-LORENTZ kuramı tarafından ancak kendinde — e.d. görelilik kuramından yararlanmaksızın — yabancı görünen bir yardımcı önsavın getirilmesi yoluyla yorumlanabilirler.

Bilindiği gibi, katot ışınları ve ışınnetkin tözlerden yayılan β -ışınları çok küçük süredurumlu ve büyük hızlı negatif elektrikli cisimciklerden (elektronlar) oluşur. Bu ışınların elektrik ve manyetik alanların etkisi altında sapmalarının araştırılmasıyla bu cisimciklerin devim yasaları oldukça sağın olarak incelenebilir.

Bu elektronların kuramsal olarak ele alınışlarında elektrodinamiğin kendi başına doğaları konusunda hiçbir hesap verememesi gibi bir güçlölkle başa çıkamamız gerekir. Çünkü *bir ve aynı* işaretli elektrikli kütleler birbirlerini ittikleri için, elektronu oluşturan negatif elektrikli kütlelerin birbirlerini karşılıklı itme-

lerinin etkisi altında dağılmaları gerekirdi, hiç kuşkusuz eğer aralarında etkin olan ve doğaları şimdiye dek bulanık kalan başka türden kuvvetler olmamış olsaydı.¹³ Eğer şimdi elektronu oluşturan elektrikli kütlelerin göreliliklerinin elektronun devimi durumunda değişmeden kaldıklarını varsayarsak (klasik mekaniğin katı anlamında), o zaman elektronun devimim ile bağdaşmayan bir devim yasasına ulaşırız. Salt biçimsel irdelemelere dayanarak, elektronun cisminin devim yönünde $\sqrt{1-v^2/c^2}$ anlatımı ile orantılı bir kasılma devimine uğradığı önsavını getiren ilkin H. A. LORENTZ oldu. Hiçbir elektrodinamik olgu tarafından aklanamayan bu önsav bize son yıllarda deneyimin büyük bir sağamlık ile doğruladığı devim yasasını vermiştir.

Görelilik kuramı elektronun yapı ve davranışı üzerine herhangi bir özel önsava gereksinim duymaksızın aynı devim yasasını verir. Olgular, § 13'te gördüğümüz gibi, FIZEAU'nun deneyi ile andırım içindedir — bir deney ki sonucu görelilik kuramı tarafından sıvının fiziksel doğası üzerine önsavlar üretilmesi gerek-meksizin verilir.

Burada değinilen ikinci olgular sınıfı dünyanın uzaydaki deviminin dünyada yapılacak deneyler yoluyla saptanıp saptanamayacağı sorusu ile ilgilidir. Daha önce § 5'te belirtildiği gibi, tüm bu tür ça baların sonuçları olumsuz olmuştur. Görelilik kuramının ortaya sürülmesinden önce bilimin kendini bu olumsuz bulgu ile uzlaştırması işlerin şimdi tartışacağımız durumundan ötürü güçtü. Zaman ve uzay konusunda kalıt alınan önyargılar bir gönderme-cisminden bir başkasına geçiş için GALİLEO-Dönüşümünün belirleyiciliği konusunda hiçbir kuşkunun doğmasına izin vermiyordu. MAXWELL-LORENTZ denklemlerinin bir K gönderme-cismi için geçerli olduğu kabul edildiğinde, eğer K ve onunla görelilik olarak biçimdeş devimdeki K' koordinatları arasında GALİLEO-Dönüşümünün bağıntılarının bulunduğu kabul edilirse, o denklemlerin K' gönderme-cismi için geçerli olmadığı bulunur. Bu yüzden öyle görünür ki, tüm GALİLEO koordinat dizgelerinden belirli bir devim durumunda olan biri (K) fiziksel olarak eşsizdir. Bu sonuç fiziksel olarak K' 'yi varsayımsal bir ışık-ethere [*Lichtäther*] göre dinginlikte gören bir bakış açısıyla yorumlandı. Buna karşı, K dizgesine karşı devinen tüm K' koordinat dizgelerinin ethere [*Äther*] karşı devinmeleri gerekiyordu. K' 'nin ethere (K' 'ne görelilik olarak "ether rüzgarı") karşı bu devimine K' ile görelilik olarak geçerli olmaları gereken daha karışık yasalar yükledi. Mantıksal olarak, böyle ether rüzgarının dünya ile görelilik olarak da kabul edilmesi gerekiyordu, ve fizikçilerin çabaları uzun bir süre boyunca bunu tanıtlamaya yöneldi.

Bunun için MICHELSON başarısızlığa uğrayamayacak gibi görünen bir yol buldu. Katı bir cisim üzerinde yansıtıcı yüzleri birbirine bakan iki aynanın yerleştirildiğini düşünelim. Bu bütün dizgenin ışık-ethere karşı dinginlikte

¹³Genel görelilik kuramı bir elektronun elektrikli kütlelerinin yerçekimi kuvvetleri yoluyla birarada tutulacağı görüşünü imler.

olması durumunda, bir ışık ışını bir aynadan ötekine ve yine geriye ulaşmak için bütünüyle belirli bir T zamanına gereksinir. Ama, eğer aynaların yanısıra cisim de ethere görelî olarak deviniyorsa, bu süreç için (hesaplama yoluyla) bir başka T' zamanı bulunur. Ve dahası da var! Hesaplama bu T' zamanının ethere karşı verili bir v hızı durumunda cisim aynaların düzlemine dik olarak devindiği zaman aynaların düzlemine koşut olarak devindiği zaman olduğundan başka türlü çıktığını gösterir. Bu iki zaman süresi arasında hesaplanan ayırım çok küçük olduğu için, MICHELSON ve MORLEY bu ayırımın açıkça kendini göstermesini sağlayacak bir girişim deneyi yaptılar. Ama deney fizikçileri büyük sıkıntılara düşüren olumsuz bir sonuç verdi. LORENTZ ve FIZ GERALD cismin ethere karşı deviminin onda devim yönünde bir kasılmaya yol açtığını ve bunun sözü edilen zaman ayırımının yitişinden tam olarak sorumlu olduğunu varsayarak kuramı bu sıkıntıdan kurtardılar. § 12'deki açıklama ile bir karşılaştırma bu çıkış yolunun görelilik kuramının bakış açısından da doğru çıkış olduğunu gösterir. Ama işlerin durumunun görelilik kuramına göre anlaşılması karşılaştırılamayacak denli daha doyurucudur. Kurama göre ether düşüncesinin getirilmesine yol açmak üzere yeğlenecek hiçbir koordinat dizgesi yoktur, dolayısıyla hiçbir ether rüzgarı ve böyle birşeyi kanıtlayacak hiçbir deney yoktur. Devinen cisimlerin kasılmaları burada hiçbir tikel önsav olmaksızın kuramın iki temel ilkesinden doğar; ve hiç kuşkusuz bu kasılmayı hiçbir anlam veremeyeceğimiz kendinde devim değil, ama o sırada seçilen gönderme-cismine karşı devim belirler. Böylece MICHELSON ve MORLEY ayna dizgesi dünya ile birlikte devinen bir gönderme dizgesi için değil ama güneşe görelî olarak dingin bir gönderme dizgesi için kısalır.

§ 17 MINKOWSKI'nin Dört Boyutlu Uzayı

Matematikçi olmayan biri “dört-boyutlu” şeylerden söz edildiğini işittiğinde gizemli bir ürperti tarafından yakalanır, bir duygu ki tiyatro hayaleti tarafından üretilenden pek ayrı değildir. Ve gene de hiçbir anlatım alışıldık evrenimizin dört-boyutlu uzaysal-zamansal bir ‘sürekli’ olması anlatımından daha sıradan değildir.

Uzay üç-boyutlu bir süreklidir. Bu demektir ki, bir (dingin) noktanın konumunun x, y, z gibi üç sayı (koordinatlar) tarafından betimlenmesi olanaklıdır, ve bu noktaya “komşu” keyfi bir sayıda nokta vardır ki, bunların konumları x_1, y_1, z_1 gibi koordinat değerleri (koordinatlar) tarafından betimlenebilir ve bunlar ilk sözü edilen x, y, z koordinatlarına dilediğimiz denli yakın olabilirler. Bu son özellik nedeniyle bir “sürekli”den, ve koordinat sayısının üç olması nedeniyle “üç-boyutluluk”tan söz ederiz.

Andırımlı olarak, fiziksel olayların MINKOWSKI tarafından kısaca “evren” olarak sözü edilen evreni doğallıkla zamansal-uzaysal anlamda dört-boyutludur.

Çünkü evren bireysel olaylardan oluşur ki bunların her biri x, y, z gibi üç uzaysal koordinat ve bir zamansal koordinat ya da bir t zaman-değeri tarafından betimlenir. “Evren” bu anlamda da bir süreklidir; çünkü her olay için keyfi bir sayıda “komşu” (olgusallaşmış ya da henüz düşünülebilir) olaylar vardır ki, bunların x_1, y_1, z_1, t_1 koordinatları başlangıçta irdelenen olayın x, y, z, t koordinatlarından belirsizce küçük bir miktarda ayırır. Evreni bu anlamda dört-boyutlu bir sürekli olarak görmeye alışmamış olmamız zamanın görelilik öncesi fizikte uzaysal koordinatlara karşı değişik ve çok daha bağımsız bir rol oynaması olgusuna bağlıdır. Bu yüzden zamanı bağımsız bir sürekli olarak ele alma alışkanlığımızdır. Aslında klasik fiziğe göre zaman saltıktır, e.d. gönderme-dizgesinin konum ve *devim durumundan* bağımsızdır. Bu GALİLEO-Dönüşümünün son denkleminde ($t' = t$) anlatım bulur.

Görelilik kuramında “evren”in dört-boyutlu irdeleme yolu gereklidir, çünkü bu kurama göre zaman LORENTZ-Dönüşümünün

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

biçimindeki dördüncü denkleminin öğrettiği gibi, bağımsızlığından yoksun bırakılır. Çünkü bu denkleme göre iki olayın K' açısından $\Delta t'$ zaman ayrımı genel olarak yitmez, üstelik aynı olayların K açısından zaman ayrımları Δt yitse bile. İki olayın K açısından arı uzaysal uzaklıkları ikisinin K' açısından zamansal uzaklıklarını sonuç olarak alır. Ama MINKOWSKI'nin görelilik kuramının biçimsel gelişimi için önemli olan buluşu burada yatmaz. Bu daha çok görelilik kuramının dört-boyutlu süreklisinin en belirleyici biçimsel özelliklerinde ÖKLİDES'in geometrik uzayının üç-boyutlu süreklisi ile çok kapsamlı bir yakınlık gösterdiğinin bilinmesinde yatar.¹⁴ Bu yakınlığın kendini bütünüyle gösterebilmesi için hiç kuşkusuz sıradan zaman koordinatı t yerine onunla orantılı imgesel $\sqrt{-1} ct$ büyüklüğü geçirilmelidir. Ama o zaman (özel) görelilik kuramının istemlerini doyuran doğa yasaları zaman koordinatlarının tam olarak üç uzaysal koordinat gibi rol oynamasını kabul eden matematiksel biçimleri kabul ederler. Bu dört koordinat biçimsel olarak tam anlamıyla ÖKLİDES geometrisinin üç uzaysal koordinatına karşılık düşer. Ama bu arı biçimsel bilgi yoluyla kuramın durulukta olağanüstü bir kazanç sağlamış olması gerektiği matematikçi olmayanlara bile açık gelmelidir.

Bu yetersiz anıştırmalar okura MINKOWSKI'nin bu üç önemli düşüncesinin yalnızca bulanık bir tasarımı verebilir — düşünceler ki, temel kavramları daha sonraki sayfalarda geliştirilecek olan genel görelilik kuramı belki de onlar

¹⁴Bkz. Ek'teki biraz daha ayrıntılı açıklama.

olmaksızın yalnızca emekleme aşamasında kalacaktı. Ama matematikte deneyimli olmayan okur için hiç kuşkusuz güç olan bu konunun daha sağın bir anlayışı ne özel ne de genel görelilik kuramının temel düşüncelerinin anlaşılması için zorunlu olmadığından, bu konuyu ona yalnızca bu kitapçığın son açıklamalarında geri dönmek üzere burada bırakıyorum.

Bölüm İki

Genel Görelilik Kuramı Üzerine

§ 18 Özel ve Genel Görelilik İlkesi

Bu noktaya dek tüm irdelemelerin çevresinde döndüğü temel sav *özel* görelilik ilkesi, e.d. tüm *biçimdeş* devimlerin fiziksel göreliliği ilkesi idi. İçeriğini sağın olarak bir kez daha çözümleyelim!

Her devimin kavramına göre yalnızca görelî devim olarak düşünülmesi gerektiği tüm zamanlar için açtı. Sık sık kullandığımız o set ve demiryolu vagonu örneğimiz durumunda, burada yer alan devimin olgusal yanı eşit hakla şu her iki biçimde de anlatılabilir:

- a) Vagon sete görelî olarak devimdedir,
- b) Set vagona görelî olarak devimdedir.

Bu bildirimde a) durumunda set, b) durumunda ise vagon gönderme-cismi olarak hizmet eder. Devimin yalnızca saptanması ya da betimlenmesi söz konusu olduğunda, devimin bir gönderme-cismi olarak ne ile ilişkilendirildiği ilkede ilgisizdir. Bu, daha önce belirtildiği gibi, kendiliğinden açıktır ve “Görelilik ilkesi” dediğimiz ve araştırmamızın temeli olarak aldığımız çok daha kapsamlı anlatım ile karıştırılması gerekmez.

Yararlandığımız ilke yalnızca her olayın betimlemesi için seti olduğu gibi vagonu da gönderme-cismi olarak seçebileceğimizi ileri sürmekle kalmaz (çünkü bu da kendiliğinden-açıktır). İlkemiz daha çok şunu ileri sürer: Eğer genel doğa yasalarını deneyimden elde edildikleri gibi formüle edersek, ve bunu

- a) seti gönderme-cismi olarak kullanarak,
- b) vagonu gönderme-cismi olarak kullanarak

Yaparsak, o zaman bu genel doğa yasaları (örneğin mekanik yasaları ya da boşlukta ışığın yayılması yasası) her iki durumda da tam olarak aynı olur. Bu şöyle de anlatılabilir: Doğa süreçlerinin *fiziksel* betimlemesi için K , K' gönderme-cisimlerinden biri ötekine karşı üstün bir konumda değildir. Bu son bildirimin birincisi gibi zorunlu olarak *a priori* geçerli olması gerekmez; “devim” ve “gönderme-cismi” kavramlarında kapsamaz ve onlardan türetilbilir değildir, tersine doğruluk ya da yanlışlığına ancak *deneyim* karar verebilir.

Ama buraya dek hiçbir biçimde *tüm* K gönderme-cisimlerinin doğa yasalarının formülasyonu ile bağıntı içinde eşdeğerliğini ileri sürmedik. Tuttuğumuz yol daha çok şöyledi. İlk kendisine göreli olarak GALİLEO ilkesinin geçerli olduğu türde bir devim durumu olan bir K gönderme-cisiminin bulunduğu sayılıtsından yola çıktık: Kendi başına bırakılan ve tüm geri kalanlardan yeterince uzakta olan bir nokta-kütle biçimdeş olarak ve doğru bir çizgide devinir. K (GALİLEO gönderme-cismi) ile bağıntı içinde, doğa yasaları olanaklı olduğu ölçüde yalın olacaktı. Ama K dışında K ile göreli olarak *doğrusal*, *biçimdeş*, *çevrimsiz bir devim* yerine getiren tüm K' gönderme-cisimlerine de bu anlamda üstünlük verilmesi ve doğa yasalarının formülasyonunda K ile tam olarak eşdeğer olmaları gerekir: Tüm bu gönderme-cisimleri GALİLEO gönderme-cisimleri olarak görülecektir. Görelilik ilkesinin geçerliği yalnızca bu gönderme-cisimleri için varsayıldı; başkaları (başka türlü devinenler) için değil. Bu anlamda *özel* görelilik ilkesinden ya da özel görelilik kuramından söz ederiz.

Buna karşıt olarak “genel görelilik ilkesi” ile şu önerümü anlamayı isteriz: Tüm K , K' vb. gönderme-cisimleri, devim durumları ne olursa olsun, doğa olaylarının betimlemesi (genel doğa yasalarının formülasyonu) için eşdeğerlidir. Ama gene de belirtmek gerek ki, bu formülasyon, ilkin daha sonra açığa çıkacak olan nedenlerden ötürü, daha soyut bir formülasyon ile değiştirilmelidir.

Özel görelilik ilkesinin getirilişi aklıldığı için, genelleştirmeler uğruna çablayan her kafa için genel görelilik ilkesine götüren adımı göze almak kışkırtıcı görünüyorsa olmalıdır. Ama yalın ve görünürde bütünüyle güvenilir irdeleme böyle bir girişimin başlangıçta umutsuz görünmesine yol açar. Okur daha önce sık sık irdelediğimiz o biçimdeş olarak ilerleyen demiryolu vagonunda yerini aldığı düşünülür. Vagon biçimdeş olarak yol almakta olduğu sürece, yolcu vagonun gidişini ayrımsamayacaktır. Ve bu nedenledir ki yolcu için durumun olguları hiçbir duraksama olmaksızın vagonun dinginlikte, ama setin devinmekte olduğu biçiminde yorumlanabilir. Dahası, bu yorum özel görelilik ilkesine göre fiziksel olarak da bütünüyle aklanır.

Ama şimdi vagonun devimi diyelim ki güçlü bir fren uygulaması yoluyla biçimdeş-olmayan bir devime değiştirilirse, yolcu öne doğru karşılık düşen

güçlü bir itilmeye uğrar. Vagonun yavaşlayan devimi kendini cisimlerin yolcu ile görelî mekanik davranışlarında anlatır; mekanik davranış daha önce irdelenen durumdakinden ayrıdır, ve bu nedenle biçimdeş-olmayan devimdeki vagona görelî olarak, dinginlikteki ya da biçimdeş devimdeki vagona görelî olan aynı mekanik yasaların geçerli olması olanaksız görünür. Her durumda açıktır ki, biçimdeş-olmayan devimdeki vagona görelî olarak GALİLEO ilkesi geçerli değildir. Buna göre ilkin genel görelîlik ilkesine karşıt olarak biçimdeş-olmayan devime bir tür saltık fiziksel olgusalılık vermek zorunda olduğumuzu duyuyoruz. Ama aşağıda birazdan bu vargının geçerli olmadığını göreceğiz.

§ 19 Yerçekimi Alanı

“Niçin kaldırıp bıraktığımız bir taş yeryüzüne düşer?” sorusuna verilen yanıt genellikle şudur: “Çünkü yeryüzü tarafından çekilir.” Modern fizik yanıtı aşağıdaki nedenlerle biraz başka türlü formüle eder. Elektromanyetik fenomenlerin daha sağın incelemesi uzaktan dolaysız etkinin olmadığı kavrayışına götürmüştür. Örneğin bir mıknatıs bir demir parçasını çekerse, mıknatısın boş ara uzay içersinden demir üzerinde doğrudan etkide bulunduğu gibi bir görüşle yetinemeyiz, ama, FARADAY’ın yaptığı gibi, mıknatısın her zaman onu çevreleyen uzayda fiziksel olarak olgusal olan ve “manyetik alan” olarak belirtilen birşeye yol açtığı düşünülür. Bu manyetik alan kendi payına yine demir parçası üzerinde etkide bulunur, ve böylece bu demir parçası mıknatısa doğru devinmeye çabalar. Bu kendinde keyfî ara-kavramın nasıl aklanacağı konusunu burada tartışmayı istemiyoruz. Yalnızca şunu belirtebiliriz ki, onun yardımıyla elektromanyetik fenomenler, özellikle elektromanyetik dalgaların yayılması, kuramsal olarak onsuz olacak olduğundan çok daha doyurucu bir yolda tasarımlanabilir. Yerçekiminin etkileri de andırımı bir yolda anlaşılacaktır.

Yeryüzünün taş üzerindeki etkisi dolaylı olarak yer alır. Yeryüzü kendi çevresinde bir yerçekimi alanı üretir. Bu taş üzerinde etkili olur ve onun düşme devimine yol açar. Etkinin bir cisim üzerindeki gücü, deneyim yoluyla bildiğimiz gibi, bütünüyle belirli bir yasaya göre yeryüzünden uzaklaştıkça azalır. Bizim bakış açımıza göre bu şu demektir: Yerçekimi alanının uzaysal özelliklerini yöneten yasa, yerçekimi etkisinin etkin cisimlerden uzaklık ile azalmasını doğru olarak temsil edebilmek için, bütünüyle belirli bir yasa olmalıdır. Bu aşağı yukarı şöyle tasarımlanır: Cisim (örneğin yeryüzü) yakın çevresinde doğrudan doğruya bir alan üretir; alanın daha büyük uzaklıktaki gücü ve yönü böylece yerçekimi alanlarının kendilerinin uzaysal özelliklerini yöneten yasa yoluyla belirlenir.

Elektriksel ve manyetik alanlarla karşıtlık içinde, yerçekimi alanı [*Gravitationsfeld*] oldukça dikkate değer bir özellik gösterir ki, bu aşağıdaki noktalar açısından temel önemdedir. Yalnızca yerçekimi-alanının [*Schwerefeld*] etkisi

altında devinen cisimler bir ivmeye uğrarlar ki, *cismin ne özdeğine ne de fiziksel durumuna en küçük bir biçimde bağımlı değildir*. Örneğin bir parça kurşun ve bir parça tahta, eğer ilk hız olmaksızın ya da aynı ilk hızla bırakılırlarsa, yerçekimi-alanında (havasız uzayda) tam olarak aynı yolda düşerler. Bu çok sağın olarak geçerli yasa aşağıdaki irdeleme temelinde başka türlü de formüle edilebilir.

NEWTON'un devim yasasına göre

$$(Kuvvet) = (\text{süredurumlu kütle}) \cdot (\text{ivme})$$

ki burada “süredurumlu kütle” ivmelenen cismin kendine özgü bir değişmezdir. Eğer şimdi yerçekimi ivmelendirici kuvvet ise, o zaman

$$(Kuvvet) = (\text{yerçekimsel kütle}) \cdot (\text{yerçekimi alanının yeğlinliği})$$

ki burada “yerçekimsel kütle” benzer olarak cisim için kendine özgü bir değişmezdir. Bu iki ilişkiden şu çıkar:

$$(\text{ivme}) = \frac{(\text{yerçekimsel kütle})}{(\text{süredurumlu kütle})} \cdot (\text{yerçekimi alanının yeğlinliği})$$

Şimdi, deneyimin gösterdiği gibi, verili bir yerçekimi-alanında ivme cisimlerin doğasından ve durumundan bağımsız olarak her zaman aynı olacaksa, o zaman yerçekimli kütlelerin süredurumlu kütleyle oranı benzer olarak tüm cisimler için aynı olmalıdır. Öyleyse bu ilişki birimlerin uygun bir seçimi yoluyla 1 yapılabilir; o zaman şu ilke geçerlidir: Bir cismin *yerçekimli* kütlesi ve *süredurumlu* kütlesi birbirine eşittir.

Bugüne dek mekanik bu önemli önermeyi hiç kuşkusuz *kaydetmiş*, ama *yorumlamamıştır*. Doyurucu bir yorum ancak şunu kabul edersek ortaya çıkabilir: Cismin *aynı* niteliği kendini koşullara göre “süredurum” olarak ya da “yerçekimi” olarak belirtir. Durumun gerçekte ne düzeye dek böyle olduğunu, ve bu sorunun genel görelilik konutlaması ile nasıl bağıntılı olduğunu sonraki kesimde göstereceğiz.

§ 20 Genel Görelilik Konutlaması İçin Kanıt Olarak Süredurumlu ve Yerçekimli Kütlelerin Eşitliği

Boş uzayın geniş ve yıldızlardan ve büyük kütlelerden öyle uzak bir parçasını düşünüyoruz ki, önümüzde yeterli bir sağınlıkla GALİLEO'nun temel ilkesinin öngördüğü durum vardır. O zaman bu evren parçası için öyle bir GALİLEO gönderme-cismi seçmek olanaklıdır ki, ona göreli olarak dingin noktalar dinginlikte ve devinen noktalar sürekli olarak doğru bir çizgide biçimdeş devimde kalırlar. Gönderme-cismi olarak bir oda şeklinde büyükçe bir kutu düşünelim; içinde aygıtlarla donatılı bir gözlemci bulunuyor olsun. Bu gözlemci için doğallıkla hiçbir yerçekimi/ağırlık yoktur. Zemine karşı en hafif bir vuruş duru-

munda yavaşça odanın tavanına doğru yükselmeyi istemiyorsa, kendini iplerle zemine bağlamalıdır.

Odanın tavanının ortasına dışarıdan ipli bir kanca tutturulmuştur ve şimdi ne tür olduğu bizim açımızdan ilgisiz bir varlık değişmez bir kuvvetle bu ipi çekmektedir. O zaman kutu gözlemci ile birlikte biçimdeş ivmeli bir yükselme ile “yukarıya” doğru uçmaya başlar. Hızları zamanın geçişiyle inanılmaz bir artışa ulaşacaktır — yeter ki tüm bunları bir iple çekilmeyen bir başka gönderme-cisminden gözlüyor olalım.

Ama kutudaki insan süreci nasıl gözler? Kutunun ivmesi zemininin tepkisi yoluyla ona iletilecektir. Öyleyse zemine boylu boyunca yatmayı istemiyorsa, bu basıncı ayakları aracılığıyla üstlenmelidir. O zaman kutuda tam olarak dünyamızda birinin evinin bir odasında durduğu gibi durur. Eğer önceden elinde tuttuğu bir cismi bırakacak olursa, kutunun ivmesi bundan böyle cisme iletilmeyecek, ve bu nedenle cisim ivmelenen bir görelî devimle kutunun zeminine yaklaşacaktır. Dahası, gözlemci *deney için bir cisim olarak neyi kullanırsa kullansın cismin kutunun zeminine doğru ivmesinin her zaman aynı büyüklükte olduğu* kanısını edinecektir.

Öyleyse kutudaki insan son kesimde sözü edildiği biçimiyle yerçekimi alanına ilişkin bilgisine dayanarak kendini kutu ile birlikte büyük ölçüde değişmez bir yerçekimi-alanında bulunduğu sonucuna varacaktır. Hiç kuşkusuz bir an için kutunun bu yerçekimi-alanında düşmemesine şaşıracaktır. Ama sonra tavanın ortasındaki kancayı ve ona bağlı gergin ipi görür, ve kutunun yerçekimi-alanında dinginlikte asılı olduğu sonucuna varır.

Ona gülüp vargısında yanlıya düştüğünü mü söylememiz gerekir? Eğer tutarlı kalmayı istiyorsak sanırım bunu yapmamalıyız; tersine, durumu anlayış yolunun ne usu ne de tanıdık mekanik yasalarını çığnemediğini kabul etmeliyiz. Kutunun ilk irdelenen GALİLEO uzayına karşı ivmelenmesine karşın, gene de onu dingin olarak görebiliriz. Öyleyse görelilik ilkesini birbirlerine görelî olarak ivmelenen gönderme-cisimlerine genişletmek için iyi bir nedenimiz vardır, ve böylece genelleştirilmiş görelilik konutlamasından yana güçlü bir uslamla kazanmış oluruz.

Bu kavrayış yolunun olanağının yerçekimi-alanının tüm cisimlere aynı ivmeyi verme temel özelliği üzerine, ya da — ki yine aynı anlama gelir — süredurumlu ve yerçekimli kütlelerin eşitliği ilkesi üzerine dayandığını dikkatle belirtmeliyiz. Eğer bu doğa yasası varolmasaydı, o zaman ivmelenen kutudaki insan çevresindeki cisimlerin davranışlarını bir yerçekimi alanı varsayımı yoluyla yorumlayamaz, ve kendi gönderme-cismini “dingin” bir gönderme-cismi olarak varsaymada hiçbir deneyim *zemininde* aklanamazdı.

Kutudaki insanın kutu tavanının iç yanına bir ip ve bunun serbest ucuna bir cisim bağladığını varsayalım. Bu yolla ipin gerili durumunda “dikey” olarak asılması sağlanacaktır. İpteki gerilimin nedenini soracağız. Kutudaki insan şöyle

yanıtlayacaktır: “Asılı cisim yerçekimi-alanında aşağıya doğru bir kuvvete uğrar, ve bu ipin gerilmesi yoluyla dengede tutulur; ipteki gerilimin büyüklüğü için ölçüyü asılı cismin *yerçekimli kütle*si belirler.” Ama öte yandan uzayda serbestçe yüzen bir gözlemci ise durumu şöyle yorumlayacaktır: “İp kutunun ivmeli devimine katılmaya zorlanır ve devimi ona bağlı cisme aktarır. İpin gerilimi ancak cismin ivmelenmesini sağlayabilecek denli büyüktür. İpteki gerilimin büyüklüğü için ölçüyü cismin *süredurumlu kütle*si belirler.” Bu örneklerden görürüz ki, görelilik ilkesini genişletmemiz süredurumlu ve yerçekimli kütlelerin eşitliği ilkesinin *zorunluğunu* imler. Böylelikle bu ilkenin fiziksel bir yorumu elde edilir.

İvmelenen kutunun irdelenmesinden görülür ki, bir genel görelilik kuramı yerçekimi yasası üzerine önemli sonuçlar getirmelidir. Gerçekte, genel görelilik düşüncesinin tutarlı bir sürdürülüşü yerçekimi alanı tarafından doyurulan yasalar vermiştir. Gene de burada okuru bu irdemelerin imlediği bir yanlış anlamaya karşı önceden uyarmalıyım. Kutudaki insan için bir yerçekimi alanı vardır, üstelik ilk seçilen koordinat dizgesi için böyle birşeyin olmamış olmasına karşın. Şimdi kolayca sanılabilir ki, bir yerçekimi alanının varoluşu yalnızca *görünürde* bir varoluş olacaktır. Yine düşünülebilir ki, ne tür bir yerçekimi alanı bulunursa bulunsun, her zaman kendisi açısından *hiçbir* yerçekimi alanının varolmadığı bir başka gönderme-cismi seçilebilir. Ama bu hiçbir biçimde tüm yerçekimi alanları için değil, tersine yalnızca bütünüyle özel bir yapıda olanlar için geçerlidir. Böylece örneğin oradan gözlemlendiğinde yeryüzünün yerçekimi alanının (bütün uzamı içinde) yiteceği türde bir gönderme-cismi seçmek olanaksızdır.

Şimdi § 18’ in sonundaki genel görelilik ilkesine karşı getirdiğimiz uslamlanmanın niçin tanıttayıcı olmadığını görebiliriz. Hiç kuşkusuz fren yapan demiryolu vagonunda bulunan gözlemci frenlemenin sonucunda öne doğru bir itilme duyar, ve bunda vagonun deviminin biçimdeşliğini yitirdiğini ayırmsar. Ama hiç kimse onu itilmeyi vagonun “edimsel” bir ivmesine bağlamaya zorlamaz. Deneyimini şöyle de yorumlayabilir: “Benim gönderme-cisimim (vagon) sürekli olarak dinginlikte kalır. Ama (frenleme dönemi sırasında) onunla görelili olarak öne doğru yönelik ve zamansal olarak değişken bir yerçekimi-alanı vardır. Bu alanın etkisi altında set yeryüzü ile birlikte biçimdeş olmayan öyle bir yolda devinir ki, bunların başlangıçtaki geriye doğru yönelik hızları sürekli olarak azalır. Bu ağırlık alanı gözlemcinin itilmesini de ortaya çıkaran şeydir.”

§ 21 Klasik Mekanığın ve Özel Görelilik Kuramının Temelleri Ne Ölçüde Elverişsizdir?

Daha önce yineleyerek anımsatıldığı gibi, klasik mekanik şu ilkedен yola çıkar: Başka özdeşsel noktalardan yeterince uzak özdeşsel noktalar doğru çizgide ve biçimdeş olarak devinirler ya da dinginlik durumunda kalırlar. Yine sık sık

vurguladığımız gibi, bu temel yasa yalnızca benzersiz belli devim durumlarında olan ve birbirlerine göre biçimdeş öteleme devimi içinde bulunan K gönderme-cisimleri için geçerli olabilir. Başka K' gönderme-cisimleri için ilke geçerli değildir. Dolayısıyla klasik mekanikte olduğu gibi özel görelilik kuramında da kendisine göreli olarak doğa yasalarının geçerli olduğu K gönderme-cismi ve kendisine göreli olarak doğa yasalarının geçerli olmadığı K' gönderme-cismi arasında ayırım yapılır.

Ama tutarlı düşünen hiçbir insan işlerin bu durumu ile doyum bulamaz. Şunu soracaktır: “Belli gönderme-cisimlerinin (ya da bunların devim durumlarının) başka gönderme-cisimleri (ya da bunların devim durumları) karşısında üstünlük taşımaları nasıl olanaklıdır? *Bu önceliğin zemini nedir?* Bu soru ile ne demek istediğimi açıkça gösterebilmek için bir karşılaştırmadan yararlanacağım.

Bir havagazı ocağının önünde duruyorum. Üzerinde birbiri yanısıra birbiri ile karıştırılacak denli benzer iki tencere duruyor. Her ikisi de yarı yarıya su ile doludur. Birinden sürekli olarak buhar kaçtığını, ve ötekinden ise kaçmadığını algılıyorum. Buna şaşırıyorum, üstelik daha önce bir havagazı ocağı ve tencere görmüş olmasam bile. Şimdi eğer ilk tencerenin altında mavi ışıklı birşey algılasam, ve ötekinin altında böyle bir şey yoksa, şaşkınlığım sona erer, üstelik daha önce bir gaz alevini hiç algılamış olmasam bile. Çünkü yalnızca bu mavimsi şeyin buharın kaçışına neden olacağını, ya da en azından neden olmasının *olanaklı* olduğunu söyleyebilirim. Ama her iki tencere durumunda da mavi birşey algılamazsam, ve birinin sürekli olarak buhar çıkardığını ama ötekinin çıkarmadığını görürsem, o zaman iki tencerenin değişik davranışları için sorumlu sayabileceğim herhangi bir durumu algılayıncaya dek şaşırmış ve doyumсу kalırım.

Andırımlı olarak, klasik mekanikte (ya da özel görelilik kuramında) gönderme-cisimlerinin K ve K' gönderme dizgeleri karşısındaki değişik davranışlarını kendisine bağlayabileceği olgusal birşeyi boşuna ararım.¹⁵ NEWTON bu karşıcıkışı çok önceden görmüş ve boş yere çürütmeye çalışmıştı. Ama onu en duru olarak anlayan E. MACH oldu ve bu karşıcıkış nedeniyle mekaniğin yeni bir temele oturtulması gerektiğini ileri sürdü. Bu karşıcıkış ancak genel görelilik ilkesine uygun düşen bir fizik tarafından giderilebilir. Çünkü böyle bir kuramın denklemleri devim durumu ne olursa olsun her gönderme-cismi için geçerlidir.

§ 22 Genel Görelilik İlkesinden Birkaç Çıkarsama

§ 20'deki irdelemelerin gösterdiği gibi, genel görelilik ilkesi bizi yerçekimi alanının özelliklerini salt kuramsal bir yolda türetebileceğimiz bir konuma geti-

¹⁵Eğer gönderme-cisminin devim durumu sürdürülmesi için hiçbir dışsal etkiye gereksinmediği bir türde ise, örneğin gönderme-cismi biçimdeş bir çevrim durumundaysa, karşıcıkış özellikle önemlidir.

rir. Daha açık bir deyişle, herhangi bir doğal olayın uzay-zaman geçeceğini onun GALİLEO bölgesinde bir GALİLEO K gönderme-cismine göreli olarak yer alışı açısından biliyor olalım. O zaman salt kuramsal işlemler yoluyla, e.d. yalnızca hesaplama yoluyla, bu bilinen doğa olayının K ile göreli olarak ivmelenen bir K' gönderme-cisminden bakıldığında nasıl görüldüğünü bulabiliriz. Ama bu yeni K' gönderme-cismine göreli olarak bir yerçekimi alanı varolduğu için, irdelemede yerçekimi alanının incelenen süreci nasıl etkilediği öğrenilir.

Böylece örneğin (GALİLEO ilkesine uygun olarak) K karşısında doğru çizgide biçimdeş bir devim yerine getiren bir cismin ivmelenen K' gönderme-cismi (kutu) karşısında genel olarak eğri çizgide ivmelenen bir devim yerine getirdiğini öğreniriz. Bu ivme ya da eğrilik K' ile göreli olarak başat olan yerçekimi alanının devinen cisim üzerindeki etkisine karşılık düşer. Yerçekimi alanının bu yolda cisimlerin devimini etkilemesi bilinen birşeydir, öyle ki irdeleme ilkede yeni hiçbirşey sağlamaz.

Ama bir ışık ışını için karşılık düşen irdeleme yapıldığı zaman, temel önemi olan yeni bir sonuç elde edilir. K GALİLEO gönderme-cismi karşısında, ışık ışını doğru çizgide c hızı ile yayılır. Kolayca görüleceği gibi, ivmelenen kutu (K' gönderme-cismi) ile göreli olarak aynı ışık ışınının yolu bundan böyle bir doğru çizgi değildir. Bundan şu çıkar ki, *ışık ışınları yerçekimi alanlarında genel olarak eğri çizgide yayılırlar*. Bu sonucun iki açıdan büyük önemi vardır.

İlk olarak, sonuç edimsellik ile karşılaştırılabilir. Ayrıntılı bir irdelemenin ışık ışınlarının genel görelilik kuramı tarafından verilen eğriliğinin deneyimde elimizin altında bulunan yerçekimi alanları için yalnızca aşırı ölçüde küçük olduklarını göstermesine karşın, gene de güneşin yakınından geçen ışık ışınları için bu eğriliğin 1,7 yay saniyeye ulaşması gerekir. Bu kendini şu yolda göstermelidir: Güneşin yakınlarda görünen ve tam güneş tutulması sırasında gözleme elverişli olan durağan yıldızların güneşten onun gökte bizim açımızdan bir başka yerde bulunduğu zamanki konumlarından yukarıda belirtilen miktar kadar uzaklaşmış görünmeleri gerekir. Bu sonucun geçerliğinin ya da geçersizliğinin tanıtlanması çok önemli bir sorundur ki, erken çözümünü gökbilimcilerden bekleyebiliriz.¹⁶

Ama ikinci olarak bu sonuç, genel görelilik kuramına göre, daha önceden sık sık değindiğimiz ve özel görelilik kuramının iki temel varsayımından birini oluşturan o boşlukta ışık hızının değişmezliği yasaının sınırsız bir geçerlik isteminde bulunamayacağını gösterir. Daha açık bir deyişle, ışık ışınlarının bir eğriliği ancak ışığın yayılma hızı yer ile birlikte değiştiği zaman ortaya çıkabilir. Şimdi düşünülebilir ki bu sonuç yoluyla özel görelilik kuramı, ve onunla birlikte bütününde görelilik kuramı yerle bir olacaktır. Ama gerçekte bu olmaz.

¹⁶Kuram tarafından öngörülen ışık sapmasının varoluşu 30 Mayıs 1919'daki güneş tutulması sırasında Royal Society tarafından düzenlenen ve gökbilimciler EDDINGTON ve CROMMELIN'in yönetimi altında yapılan iki araştırmada fotoğraflarla saptandı.

Çıkarılacak vargı yalnızca özel görelilik kuramının sınırsız bir geçerlik bölgesi isteminde bulunamayacağıdır; sonuçları ancak yerçekimi alanlarının fenomenler üzerindeki (örneğin ışık fenomenleri) etkilerinin gözardı edilebileceği düzeye dek geçerlidir.

Görelilik kuramına karşı çıkanlar sık sık özel görelilik kuramının genel görelilik kuramı tarafından bir yana atıldığını ileri sürdükleri için, işlerin edimsel durumunu bir karşılaştırma yoluyla daha duru kılmak istiyorum. Elektrodinamiğin gelişiminden önce elektrostatik yasalarına bütününde elektrik yasaları olarak bakılıyordu. Bugün biliyoruz ki, elektrostatik elektrik alanlarını ancak hiçbir zaman tam olarak gerçekleşmeyen durumda, elektrikli kütleler birbirlerine ve koordinat dizgelerine göreli olarak tam dinginlikte oldukları zaman doğru olarak verebilir. Bu nedenle elektrostatik MAXWELL'in elektrodinamik alan denklemleri tarafından bir yana mı atılmıştır? Kesinlikle hayır! Elektrostatik bir sınır-durum olarak elektrodinamikte kapsanır; elektrodinamik yasaları alanların zamansal olarak değişmedikleri durumda doğrudan doğruya elektrostatik yasalarına götürür. Bir fizik kuramının onu kendi içinde bir sınır-durum olarak yaşatmayı sürdüren kapsamlı bir kuramın getirileceği yolu kendisinin göstermesi onun en güzel yazgısıdır.

Tam şimdi ele alınan ışık yayılması örneğinde görmüştük ki, genel görelilik ilkesi bize yerçekimi alanının süreçlerin gidişi üzerindeki etkisini kuramsal olarak üretme olanağını verir — bu süreçlerin yasaları bir yerçekimi alanının yokluğu durumunda önceden bilinmek üzere. Ama çözümü için anahtarın genel görelilik ilkesi tarafından sağlandığı en çekici soru yerçekimi alanının kendisinin uyum gösterdiği yasaların saptanmasını ilgilendirir. İşlerin durumu şöyledir.

Gönderme-cisminin uygun bir seçimi durumunda (yaklaşık olarak) bir "GALİLEO" bölgesi tarzında davranan uzay-zaman bölgelerini, e.d. içlerinde yerçekimi-alanları bulunmayan bölgeleri tanırız. Şimdi böyle bir bölgeyi keyfi olarak devinen bir K' gönderme-cismi ile ilişkilendirirsek, o zaman K' ile göreli olarak zaman ve uzay açısından değişebilir bir yerçekimi-alanı bulunur.¹⁷ Bu yerçekimi-alanının yapısı doğallıkla K' için devimi nasıl seçtiğimize bağlıdır. Genel yerçekimi-alanı yasası genel görelilik kuramına göre böyle elde edilebilen tüm yerçekimi-alanları için geçerli olmalıdır. Tüm yerçekimi alanlarının hiçbir biçimde bu yolda üretilememesine karşın, gene de bu özel türdeki yerçekimi alanlarından genel yerçekimi yasasının türetilebileceği umudu tükenmez. Bu umut çok güzel bir yolda gerçekleşmiştir! Ama bu hedef üzerine duru bir görüşten onun gerçekleşmesine ulaşmak için ciddi bir güçlüğün üstesinden gelmek gerekti, ve bu sorunun özününün derinliklerinde yattığı için onu okurdan saklamayı göze alamayacağım. Şimdi gerekli olan şey uzay-zaman süreklisi üzerine kavramlarımızı bir kez daha derinleştirmektir.

¹⁷Bu § 20'deki irdelemenin bir geliştirilmesinden çıkar.

§ 23 Çevrinen Bir Gönderme Cismi Üzerinde Saatlerin ve Cetvellerin Davranışı

Şimdiye dek genel görelilik kuramı durumunda uzaysal ve zamansal verilerin fiziksel yorumundan söz etmekten amaçlı olarak kaçındım. Ama böylelikle kendimi belli bir savsaklıkla suçlanacak bir duruma düşürmüş oldum ki, özel görelilik kuramından bildiğimiz gibi, hiçbir biçimde önemsiz ve bağışlanabilir değildir. Şimdi bu açığı kapamanın zamanı geldi; ama önceden belirtmem gerek ki, bu sorunun okurun dayancından ve soyutlama yetisinden istedikleri hiç de küçümsenecek şeyler değildir.

Yine sık sık sözünü ettiğimiz o bütünüyle özel durumlardan yola çıkıyoruz. Öyle bir uzay-zaman bölgesi düşünelim ki, içinde uygun olarak seçilen bir devim durumundaki bir K gönderme-cismine göreli olarak hiçbir yerçekimi alanı varolmasın; öyleyse göz önüne alınan bölge açısından K bir GALİLEO gönderme-cismidir, ve K ile göreli olarak özel görelilik kuramının sonuçları geçerlidir. Aynı bölgenin K ile göreli olarak biçimdeş bir çevrim durumunda olan ikinci bir K' gönderme-cismi ile bağıntılı olduğunu düşünüyoruz. Tasarımı sağlamlaştırmak için, K' gönderme-cismini kendi düzleminde özeği çevresinde biçimdeş olarak dönen düzlem bir dairesel disk şeklinde düşünüyoruz. K' diski üzerinde özek dışı bir konumda oturan bir gözlemci yarıçap yönünde dışarıya doğru etkiyen bir kuvvet duyarsa ki, başlangıçtaki K gönderme-cismine göreli olarak dinginlikte olan bir gözlemci tarafından süredurum etkisi (özekkaç kuvvet) olarak yorumlanır. Ama disk üzerinde oturan gözlemci gene de diskini “dinginlikte olan” bir gönderme-cismi olarak görebilir; bunda genel görelilik ilkesi temelinde aklanır. Kendi üzerinde ve genel olarak disk ile göreli bir dinginlik durumundaki tüm cisimler üzerinde etkiyen kuvveti bir yerçekimi alanının etkisi olarak anlar. Gene de bu ağırlık alanının öyle bir uzaysal dağılımı vardır ki, NEWTON'un yerçekimi kuramına göre olanaklı olamayacaktır¹⁸. Ama gözlemci genel göreliliğe inandığı için, bu onu rahatsız etmez; haklı olarak bir evrensel yerçekimi yasasının saptanabileceğini umar ki, yalnızca yıldızların devimini değil, ama ayrıca onun tarafından algılanan kuvvet alanını da doğru olarak açıklayacaktır.

Bu gözlemci kendi dairesel diski üzerinde saatler ve cetveller ile deneyler yapar, ve gözlemleri temelinde K' dairesel diski açısından zamansal ve uzaysal verilerin anlamı için sağın tanımlar elde etme amacındadır. Bu bağlamda deneyimleri neler olacaktır?

Gözlemci ilk olarak özdeş yapımlı iki saatten birini dairesel diskin özeğine, ötekini ise çeperine yerleştirir, öyle ki bunlar dairesel diske göreli olarak dinginliktedirler. Şimdi ilk olarak çevrinmeyen K GALİLEO gönderme-cisminin bakış açısından bu iki saatin eşit hızla gidip gitmediklerini soruyoruz. Bu cisim-

¹⁸Alan diskin özeğinde yiter ve ondan dışarıya doğru uzaklıkla orantılı olarak artar.

den yargılandığında, özekteki saatin hiçbir hızı yokken, çeperdeki saat ise K ile görelî çevrim dolayısıyla devimdedir. § 12'nin bir sonucuna göre, ikinci saat K' dan yargılandığında diskin ortasındaki saatten sürekli olarak daha yavaş gider. Açıkta ki diskte onun ortasında oradaki saatin yanında oturduğunu tasarlayacağımız insan tarafından da aynı şey doğrulanmalıdır. Böylece diskimizde, ya da daha genel olarak, her yerçekimi alanında bir saat (dingin olarak) yerleştirildiği yere göre daha hızlı ya da daha yavaş gidecektir. Öyleyse zamanın gönderme cismine görelî olarak yerleştirilmiş saatlerin yardımı ile ussal bir tanımı olanaklı değildir. Daha önceki eşzamanlılık tanımımızı burada uygulamak istersek, benzer bir güçlük kendini gösterecektir; ama bu konuya daha öte girmek istemiyorum.

Ama uzaysal koordinatların tanımı da burada ilk olarak üstesinden gelinmeyecek güçlükler sunar. Eğer disk ile birlikte devinen gözlemci ölçme-çubuğunu (diskin yarıçapına göre küçük bir çubuk) diskin çeperine teğet olarak yatırır, o zaman GALİLEO dizgesinden yargılandığında çubuk l 'den daha kısa olacak, çünkü devinen cisimler § 12'ye göre devim yönünde bir kısaltmaya uğrayacaklardır. Buna karşı ölçme-çubuğunu disk yarıçapı yönünde yatırır, K' dan yargılandığında çubuk herhangi bir kısaltmaya uğramayacaktır. O zaman, eğer gözlemci ölçme çubuğu ile ilkin diskin çevresini, sonra çapını ölçer ve bu iki ölçüm sonucunu birbirine bölerse, bölüm olarak tanıdık $\pi = 3,14\dots$ sayısını değil, ama daha büyük bir sayıyı bulacak,¹⁹ ve bu arada K ile görelî olarak dingin bir diskte bu işlem doğallıkla tam olarak π sayısını verecektir. Böylece ÖKLİDES Geometrisinin önermelerinin çevrinen disk üzerinde ve dolayısıyla genel olarak bir yerçekimi alanında sağın olarak geçerli olamayacakları tanıtılır, en azından çubuğa tüm konumlarda ve her yönelimde l uzunluğunu yükleyecek olursak. Ayrıca doğru çizgi kavramı da böylelikle anlamını yitirir. Buna göre disk ile görelî olarak x, y, z koordinatlarını özel görelilik kuramında yararlandığımız yönleme göre sağın olarak tanımlayacak bir durumda değiliz. Gene de olayların koordinatları ve zamanları tanımlanmadığı sürece, içlerinde bu koordinat zamanlarının bulunduğu doğa yasalarının da herhangi bir sağın anlamları yoktur.

Böylece şimdiye dek genel görelilik üzerine dayandırdığımız tüm vargılar sorgulanıyor görünür. Gerçekte evrensel görelilik konutlamasını sağın olarak uygulayabilmek için ince bir dolambaca gereksiniriz. Aşağıdaki irdelemeler okuru buna hazırlayacaktır.

¹⁹Bütün bu irdeleme boyunca (çevrinmeyen) GALİLEO K dizgesini koordinat-cismi olarak uygulamak gerekir, çünkü özel görelilik kuramının sonuçlarının geçerliği yalnızca K ile görelî olarak kabul edilebilir (K' ile görelî olarak bir yerçekimi alanı egemendir).